بسم الله الرحمن الرحيم

(وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ وَسَتُرَدُّونَ إِلَى عَالِمِ الْغَيْبِ وَالشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُمْ بِمَا كُنْتُمْ تَعْمَلُونَ)

(التوبة:١٠٥)

أعزائي الطلبة - عزيزاتي الطالبات

أضع بين أيديكم جهدي المتواضع في عمل هذه الملزمة سائلاً" الله عزوجل أن أكون قد وفقت بها ، علما" بأنه ربما تكون هناك أخطاء مطبعية أو علمية فأنا أولا" وآخرا" بشرا"أصيب وأخطأ فرجائي لكل من يجد فيها أي خطأ إبلاغي لأقوم بتصحيحه فلا يوجد شئ كامل فالكمال لله وحده ((فإن أصبت بها فمن الله وحده وإن أخطأت بها فمن نفسي والشيطان))هذا وفي الختام أدعوا من الله عزوجل أن يجعل هذا العمل خالصا" لوجهه الكريم إنه قريب سميع مجيب الدعاء .



الأستاذ / عامر فائق الآلوسي

تطلب من مكتبة الرصافي- فلوجة – حي الشرطة – مقابل جامع التوفيق

ملاحظة/:-توجد دورات خاصة لجميع المراحل الدراسية للإستفسار الإتصال بالرقم(هـ ٠٧٨١٣٦٠٨٦٣٤)

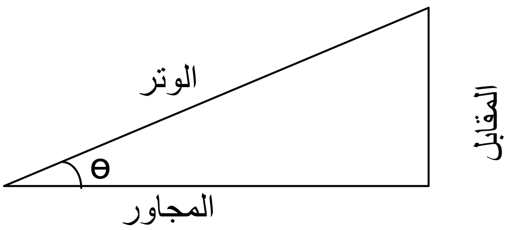
ملزمة مسائل الفيزياء خامس العلمي

الفصل الأول

المتجهات(Vecters)

((معلومات مثلثية))

١- جيب الزاوية(Sin ϴ)= $\frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}}$ ، جيب تمام الزاوية(Cos ϴ)= $\frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}}$ ، ظل الزاوية = $\frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$



٢- جيب أي زاوية حادة (أقل من 90°)يساوي جيب تمام متممتها أي إن :- ((Sin ϴ = Cos ϴ´))
حيث [90 > ϴ > 0] ، [ϴ´= 90 - ϴ]
أمثلة:-

Sin 45 = Cos 45 =0.707
Sin 30 = Cos 60 = 0.5
Sin 37 = Cos 53 = 0.6
Sin 53 = Cos 37 = 0.8

٣-جيب أي زاوية منفرجة يساوي جيب متممتها أي إن :- ((Sin ϴ = Sin ϴ´))
حيث [180 > ϴ > 90] ، [ϴ´= 180 - ϴ]
أمثلة :-

Sin 150 = Sin 30 = 0.5
Sin 120 = Sin 60 = 0.866

٤- جيب تمام أي زاوية منفرجة يساوي سالب جيب تمام متممتها أي إن :- ((Cos ϴ = - Cos ϴ´))
حيث [180 > ϴ > 90] ، [ϴ´= 180 - ϴ]
أمثلة :-

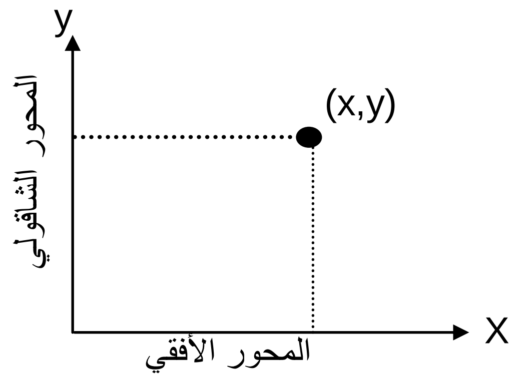
Cos 127 = - Cos 53 = - 0.6
Cos 143 = - Cos 37 = - 0.8
Cos 150 = - Cos 30 = - 0.866

....

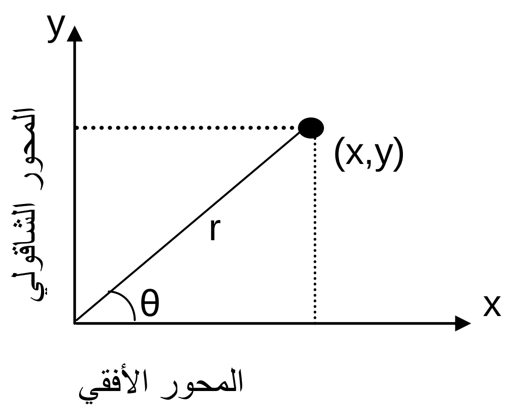
((أنظمة الإحداثيات))

لتحديد موقع جسم ما سواء كان ساكنا" أو متحركا" نستخدم أنظمة الإحداثيات . وهي على نوعين :-

١-الإحداثيات الكارتيزية:- ونعبر عن أية نقطة على هذه المحاور بالزوج المرتب (x , y) حيث :-
(x)هو المحور الأفقي .
(y) هو المحور الشاقولي .
ويكون هذين المحورين متعامدين ومتقاطعين عند نقطة الأصل (0 , 0) .

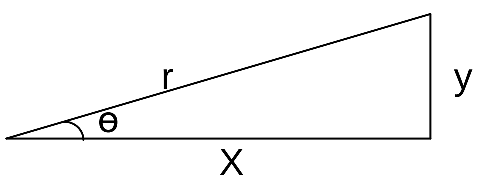


٢-الإحداثيات القطبية:-ويعبر عن المحاور القطبية لنقطة بالزوج المرتب(r , ɵ)حيث:-
(r)هو البعد بين نقطة الأصل والنقطة (x , y)في المحاور الكارتيزية .
(ɵ)هي الزاوية المحصورة بين(r) والمحور الأفقي (x) .



((العلاقة بين الإحداثيات الكارتيزية والقطبية))

لتوضيح العلاقة بين الإحداثيات الكارتيزية (x , y) والقطبية (r , ɵ) أنظر إلى الشكل التالي :-



من خلال الشكل أعلاه فإن :-

$$\text{Sin } \theta = \frac{y}{r}$$

$$y = r \text{ Sin } \theta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

$$\text{Cos } \theta = \frac{x}{r}$$

$$x = r \text{ Cos } \theta \text{ ....(2)}$$

من خلال المعادلتين (1 , 2)نستطيع إيجاد الإحداثيات الكارتيزية بدلالة الإحداثيات القطبية .

بتطبيق نظرية فيثاغورس على الشكل أعلاه ينتج :-

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \text{ ....(3)}$$

$$\tan \theta = \frac{y}{x}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{y}{x} \text{ ....(4)}$$

من خلال المعادلتين (3 , 4)نستطيع إيجاد الإحداثيات القطبية بدلالة الإحداثيات الكارتيزية .

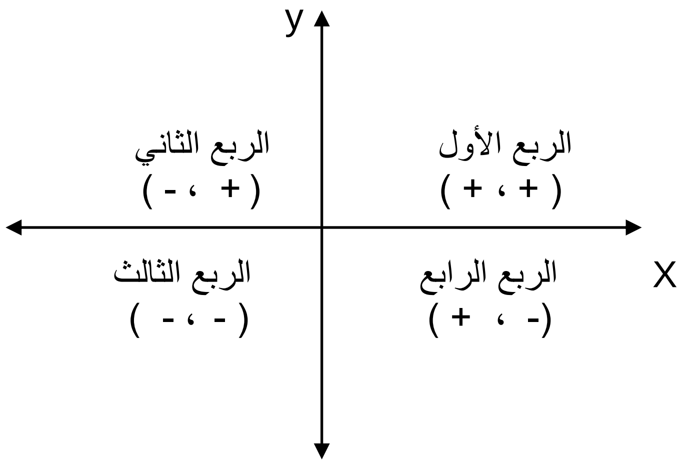
....

ملاحظات/:-

١-إذا كانت قيمة الزاوية(θ)موجبة فهذا يعني إنها بإتجاه دوران عكس عقارب الساعة مع الإتجاه الموجب للمحور (x) .
وإذا كانت سالبة فهذا يعني إنها بإتجاه دوران عقارب الساعة مع الإتجاه الموجب للمحور(x) .

٢-عند إيجاد الإحداثيات القطبية(r , θ)يجب الإنتباه إلى الإحداثيات الكارتيزية(x , y)فإذا كانت تقع في الربع الأول عندها تكتب الزاوية(θ)كما هي .
أما إذا كانت تقع في الربع الثاني عندها تكون الزاوية $(\theta = 180 - \theta)$.
وإذا كانت تقع في الربع الثالث عندها تكون الزاوية $(\theta = 180 + \theta)$.
وإذا كانت تقع في الربع الرابع عندها تكون الزاوية $(\theta = 360 - \theta)$.

لأن قيمة الزاوية(θ)يجب أن تكون مقاسة بإتجاه دوران عكس عقارب الساعة مع الإتجاه الموجب للمحور (x) .



مثال[1]/:-صـ 8 ــــ((إذا كانت المحاور الكارتيزية لنقطة تقع في المستوي(x , y)هي(-3.5 , -2.5)عين المحاور القطبية لهذه النقطة ،علما" إن(tan 35.53° = 0.714) ؟

الحل/:-

(- 3.5 , - 2.5) , (r , ɵ)= ? , tan 35.53°= 0.714 , $\sqrt{18.5}$ = 4.3

r = $\sqrt{x^2 + y^2}$

r = $\sqrt{(-3.5)^2 + (-2.5)^2}$

r = $\sqrt{12.25 + 6.25}$

r = $\sqrt{18.5}$ = 4.3

ɵ = $\tan^{-1} \frac{y}{x}$

ɵ = $\tan^{-1} \frac{-2.5}{-3.5}$

ɵ = $\tan^{-1}$ 0.714

ɵ = 35.53°

بما إن النقطة(- 3.5 , - 2.5)تقع في الربع الثالث إذن :-

ɵ =180° + 35.53°= 215.53°

إذن الإحداثيات القطبية للنقطة هي (215.53° , 4.3)

س[1]/:- (خارجي)حول النقطة (3 , 4)إلى الإحداثيات القطبية ؟علما" إن 52.4° = $\tan^{-1}$ 1.3 ؟

الحل/:-

r = $\sqrt{x^2 + y^2}$

r = $\sqrt{(3)^2 + (4)^2}$

r = $\sqrt{9 + 16}$

r = $\sqrt{25}$ = 5

ɵ = $\tan^{-1} \frac{y}{x}$

ɵ = $\tan^{-1} \frac{4}{3}$

ɵ = $\tan^{-1}$ 1.3

ɵ = 52.4°

إذن الإحداثيات القطبية للنقطة هي(5 , 52.4°)

س[2]/:- (خارجي)حول النقطة (2 , -5)إلى الإحداثيات القطبية ؟علما" إن 21.8° - = 0.4 - $\tan^{-1}$ ؟ $\sqrt{29}$= 5.3 ؟

الحل/:-

r = $\sqrt{x^2 + y^2}$

r = $\sqrt{(-5)^2 + (2)^2}$

r = $\sqrt{25 + 4}$

r = $\sqrt{29}$ = 5.3

ɵ = $\tan^{-1} \frac{y}{x}$

$\theta = \tan^{-1} \frac{2}{-5}$

$\theta = \tan^{-1} -0.4$

$\theta = -21.8°$

بما إن النقطة(2 , 5-)تقع في الربع الثاني إذن :-

$\theta = 180° - 21.8° = 158.2°$

إذن الإحداثيات القطبية للنقطة هي(5.3 , 158.2°)

....

س٣/:- (خارجي)حول النقطة (1- , 7)إلى الإحداثيات القطبية ؟علما" إن $\tan^{-1} - 0.14 = -7.9°$ ؟ $\sqrt{50} = 7.07$ ؟

الحل/:-

$r = \sqrt{x^2 + y^2}$

$r = \sqrt{(7)^2 + (-1)^2}$

$r = \sqrt{49 + 1}$

$r = \sqrt{50} = 7.07$

$\theta = \tan^{-1} \frac{y}{x}$

$\theta = \tan^{-1} \frac{-1}{7}$

$\theta = \tan^{-1} -0.14$

$\theta = -7.9°$

بما إن النقطة(1 - , 7)تقع في الربع الرابع إذن :-

$\theta = 360° - 7.9° = 352.1°$

إذن الإحداثيات القطبية للنقطة هي(7.07 , 352.1°)

....

س٤/:- (خارجي) حول النقطة (30° , 4) إلى الإحداثيات الكارتيزية ؟ علما" إن [Sin 30°= 0.5 , Cos 30°=0.866] .

الحل:-

$x = r \cos \theta$

$x = 4 \times \cos 30$

$x = 4 \times 0.866$

$x = 3.464$

$y = r \sin \theta$

$y = 4 \times \sin 30$

$y = 4 \times 0.5$

$y = 2$

إذن الإحداثيات الكارتيزية للنقطة هي(2 , 3.464)

....

س٥/:- (خارجي) حول النقطة (53° , 5) إلى الإحداثيات الكارتيزية ؟ علما" إن [Sin 53°= 0.8 , Cos 53°=0. 6] .

الحل:-

$x = r \cos \theta$

$x = 5 \times \cos 53$

$x = 5 \times 0.6$

$x = 3$
$y = r \sin \theta$
$y = 5\times \sin 53$
$y = 5\times 0.8$
$y = 4$

((جمع المتجهات))

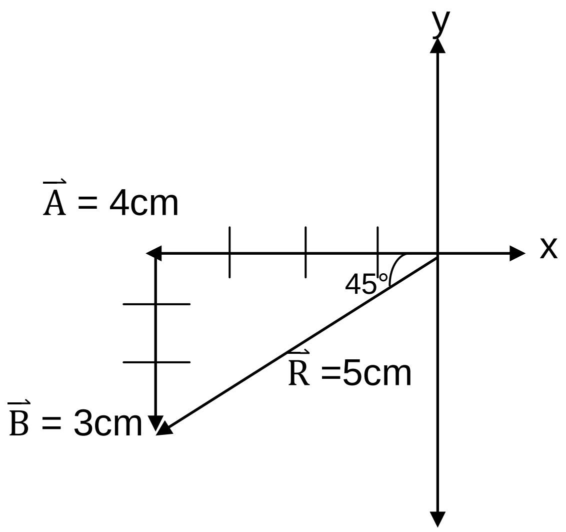
لا تطبق قاعدة الجمع الجبري على عملية جمع المتجهات ، وإنما تطبق قاعدة خاصة تسمى جبر المتجهات .
هناك عدة طرق لجمع المتجهات وهي :-

أولا" :-الطريقة البيانية :-

لإيجاد حاصل جمع متجهين مثل(A , B) نتبع ما يأتي :-
١-نقوم بإيجاد مقياس رسم مناسب (نفس المقياس)لكلا المتجهين(A , B) .
٢-نرسم المتجه($\vec{A}$) حسب مقياس الرسم الذي أخترناه ثم نقوم برسم المتجه($\vec{B}$) حسب مقياس الرسم الذي أخترناه بحيث يكون ذيله عند رأس المتجه ($\vec{A}$).
٣-نصل بخط مستقيم بين بداية المتجه($\vec{A}$) ونهاية المتجه ($\vec{B}$) بحيث يكون ذيل الخط المستقيم مع بداية المتجه ($\vec{A}$) ورأسه عند نهاية المتجه ($\vec{B}$) وهذا الخط المستقيم يمثل حاصل جمع المتجهين ويسمى بالمتجه المحصل ($\vec{R}$) .

س١/:- (خارجي)قطعت سيارة إزاحة قدرها($\vec{A}$=40km)نحو الغرب،ثم قطعت إزاحة قدرها ($\vec{B}$=30km)نحو الجنوب ما مقدار محصلة إزاحتيها بطريقة الرسم ((الطريقة البيانية)) ؟
الحل/:-
نفرض بإن كل(10km)يمثلها(1cm)على الرسم .

$\vec{A}$ = 40km = 4cm
$\vec{B}$ = 30km = 3cm



إذن قيمة متجه المحصلة($\vec{R}$)يساوي(5 cm)
وبما إن كل(1cm)يمثل(10km)
$\vec{R}$ = 5 × 10 = 50 km
بإتجاه الجنوب الغربي

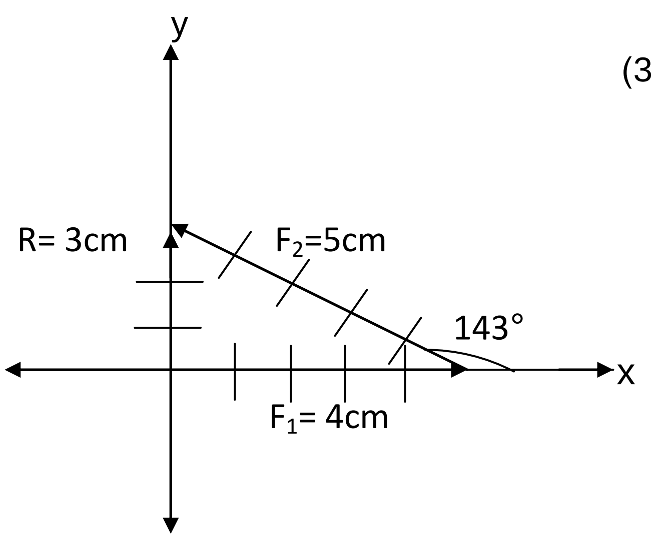
س٢/:- (خارجي)أثرت في جسم قوتان الأولى(F_1= 4N)بالإتجاه الموجب للمحور(X)والثانية(F_2 = 5N)بإتجاه يصنع زاوية مقدارها(143°)مع الإتجاه الموجب للمحور(X)أحسب مقدار وإتجاه المحصلة بإستخدام الطريقة البيانية ؟

الحل:-

نفرض بإن كل(1N)يمثلها(1cm)على الرسم .

$\overrightarrow{F_1}$ = 4N = 4cm

$\overrightarrow{F_2}$ = 5N = 5cm



إذن قيمة متجه المحصلة($\overrightarrow{R}$)يساوي(3 cm)

وبما إن كل(1cm)يمثل(1N)

$\overrightarrow{R}$ = 3 × 1 = 3N

بإتجاه (90°)مع المحور(X)

أي بإتجاه الشمال .

ثانيا" :- الطريقة الحسابية :-

١-إذا كان المتجهان(A,B)متوازيان (بإتجاه واحد أو بإتجاهين متعاكسين)عندها نستخدم العلاقات التالية لإيجاد قيمة المحصلة(R) :-

a-إذا كان المتجهان بإتجاه واحد(ө = 0°) فإن :- **R = A + B** وإتجاه المحصلة بإتجاه المتجهين .

b- إذا كان المتجهان بإتجاهين متعاكسين(ө = 180°) فإن :- **R = A - B** وإتجاه المحصلة بإتجاه المتجه الأكبر .

س٣/:- (خارجي)المتجه($\overrightarrow{A}$)بإتجاه الشمال وقيمته (4 units) والمتجه($\overrightarrow{B}$) قيمته (10 units) جد مقدار وإتجاه المحصلة ($\overrightarrow{R}$) إذا كانت الزاوية بينهما :- ١- 0°   ٢- 180° ؟

الحل:-

1- $\overrightarrow{R} = \overrightarrow{A} + \overrightarrow{B}$

= 4 + 10

= 14 units

بإتجاه الشمال

2- $\overrightarrow{R} = \overrightarrow{A} - \overrightarrow{B}$

= 4 – 10

= - 6 units

بإتجاه الجنوب(الإشارة السالبة للمحصلة تدل على إنها بإتجاه السالب للمحور y)

٢- إذا كان المتجهان(A,B)يصنعان بينهما زاوية قائمة(90°)عندها نستخدم العلاقة التالية لإيجاد قيمة المحصلة(R) :-

$$R = \sqrt{A^2 + B^2}$$

وإتجاه المحصلة يعطى بالعلاقة التالية :-

$$\theta = \tan^{-1} \frac{B}{A}$$

....

س٤/:- (خارجي)قوتان الأولى مقدارها(6N)شرقا" والأخرى (8N)أوجد محصلتهما مقدارا" وإتجاها" إذا كانت الزاوية بينهما :-

١- 0° ٢- 180° ٣- 90° علما" بأن $\tan^{-1} -1.33 = -53.06°$

الحل:-

$1- \vec{R} = \vec{F_1} + \vec{F_2}$
$= 6 + 8$
$= 14$ N
بإتجاه الشرق

$2- \vec{R} = \vec{F_1} - \vec{F_2}$
$= 6 - 8$
$= -2$ N
بإتجاه الغرب(الإشارة السالبة للمحصلة تدل على إنها بإتجاه السالب للمحور X)

$3- R = \sqrt{F_1{}^2 + F_1{}^2}$
$R = \sqrt{(6)^2 + (8)^2}$
$R = \sqrt{36 + 64}$
$R = \sqrt{100} = 10$ N

$\theta = \tan^{-1} \frac{F_2}{F_1}$
$\theta = \tan^{-1} \frac{8}{-6}$
$\theta = \tan^{-1} -1.33$
$\theta = -53.06°$
(إذن المحصلة بإتجاه 53.06° مع الإتجاه الموجب للمحور X ولكن بإتجاه عقارب الساعة أي بإتجاه 53.06°جنوب الشرق)

....

٣- إذا كان المتجهان(A,B)يصنعان بينهما زاوية حادة أقل من (90°) أو زاوية منفرجة أكبرمن(90°) عندها نستخدم العلاقتين التاليتين لإيجاد قيمة المحصلة(R) :-

(عندما تكون الزاوية حادة)

$$R= \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB \cos \theta}$$

(عندما تكون الزاوية منفرجة)

$$R= \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB \cos \theta}$$

أما إتجاه المتجه المحصل(R) فيحسب من العلاقة التالية :-

$$\tan \alpha = \frac{B \sin \theta}{A + B \cos \theta}$$

حيث إن :-
α:- الزاوية بين المتجه المحصل(R)والمتجه(A) .
θ:-هي نفس الزاوية المستخدمة في القانون أعلاه .

أو من العلاقة التالية :-

$$\sin \alpha = \frac{B \sin \theta}{R}$$

R:- مقدار المحصلة .
ملاحظة:-(نستطيع إستخدام القانونين إذا كانت الزاوية حادة أما إذا كانت منفرجة ففي هذه الحالة نستخدم القانون الثاني فقط(Sin)لكي يكون الناتج صحيح .

....

س°/:- خارجي(قوتان تؤثران في جسم إحداهما(10N)شرقا" والأخرى(15N)بإتجاه(50°)جنوب الشرق جد مقدار وإتجاه المحصلة بينهما ؟ مع الرسم علما" إن $\sin 130^\circ = 0.766$, $\cos 130^\circ = -0.642$ ؟ $\sqrt{517.6} = 22.75$, $\sin^{-1} 0.505 = 30.3^\circ$

الحل:-

$\theta = 180 - 50 = 130^\circ$

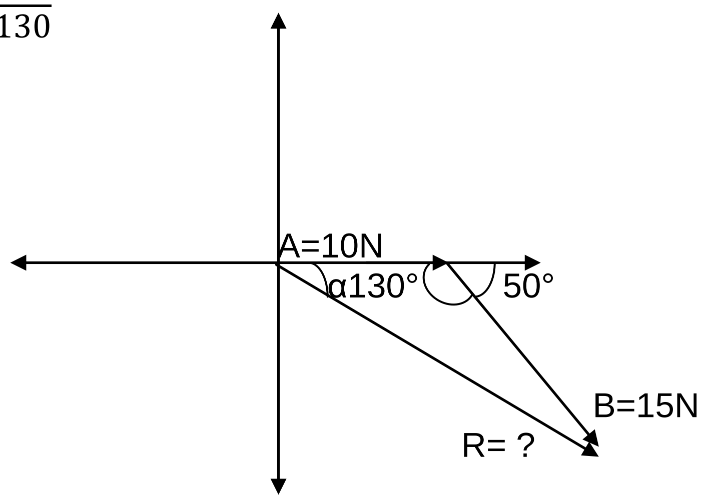
$R = \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB \cos \theta}$

$R = \sqrt{(10)^2 + (15)^2 - 2 \times 10 \times 15 \cos 130}$

$R = \sqrt{100 + 225 - 300 \times -0.642}$

$R = \sqrt{325 + 192.6}$

$R = \sqrt{517.6} = 22.75$ N .



$\sin \alpha = \frac{B \sin \theta}{R}$

$\sin \alpha = \frac{15 \times \sin 130}{22.75}$

$\sin \alpha = \frac{15 \times 0.766}{22.75}$

$\sin \alpha = \frac{11.49}{22.75}$

$\sin \alpha = 0.505$

$\alpha = \sin^{-1} 0.505$

$= 30.3^\circ$

إذن قيمة المحصلة تساوي(22.75N)وبإتجاه(30.3°)جنوب الشرق

س٦/:-خارجي(إزاحتان الأولى(25km)والثانية(15km)إحسب مقداروإتجاه محصلتهماعندما تكون الزاوية بينهما (120°)؟علما" إن $Cos\ 120^\circ = -0.5$, $Sin\ 120^\circ = 0.866$
$Sin^{-1}\ 0.371 = 21.7^\circ$, $\sqrt{1225} = 35$ ؟

الحل:-

$$R = \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB\ Cos\ \theta}$$
$$R = \sqrt{(25)^2 + (15)^2 - 2 \times 25 \times 15\ Cos\ 120}$$
$$R = \sqrt{625 + 225 - 750 \times -0.5}$$
$$R = \sqrt{850 + 375}$$
$$R = \sqrt{1225} = 35km\ .$$

$$Sin\ \alpha = \frac{B\ Sin\ \theta}{R}$$
$$Sin\ \alpha = \frac{15 \times Sin\ 120}{35}$$
$$Sin\ \alpha = \frac{15 \times 0.866}{35}$$
$$Sin\ \alpha = \frac{13}{35}$$
$$Sin\ \alpha = 0.371$$
$$\alpha = Sin^{-1}\ 0.371 = 21.7^\circ$$

((تحليل المتجه))

يقصد بتحليل المتجه هو إيجاد مركبتي المتجه على المحو(x) والمحور(y) ، فلو فرضنا إنه لدينا متجه($\vec{A}$) يصنع زاوية مقدارها(θ) مع الإتجاه الموجب للمحور(x) فإننا نستطيع تحليل المتجه إلى مركبتيه(الأفقية والشاقولية) وكما يلي :-

$$\vec{A}_x = A\ Cos\ \theta$$
$$\vec{A}_y = A\ Sin\ \theta$$

ملاحظة/:-

١-في حالة كون المتجه يصنع زاوية مقدارها(θ) مع المحور(y)فإن مركبتيه تكتب بالشكل التالي :-

$$\vec{A}_x = A\ Sin\ \theta$$
$$\vec{A}_y = A\ Cos\ \theta$$

٢-إذا كان المتجه منطبقا"على المحور(x)فإن مركبته الشاقولية تساوي (صفر) وإذا كان منطبقا" على المحور(y)فإن مركبته الأفقية تساوي (صفر) .

حل مثال٣/:- صـ 15ـــ((إذا كان المتجه($\vec{A}$)يساوي (175m)ويميل بزاوية(50°)عن المحور(x)جد مركبتي المتجه ($\vec{A}$) ؟ علما" إن $Cos\ 50^\circ = 0.642$, $Sin\ 50^\circ = 0.766$ ؟

الحل/:-

$\vec{A}_x = A \cos \theta$

$\vec{A}_x = 175 \times \cos 50$

$\vec{A}_x = 175 \times 0.642$

$\vec{A}_x = 112.35\ m$

$\vec{A}_y = A \sin \theta$

$\vec{A}_y = 175 \times \sin 50$

$\vec{A}_y = 175 \times 0.766$

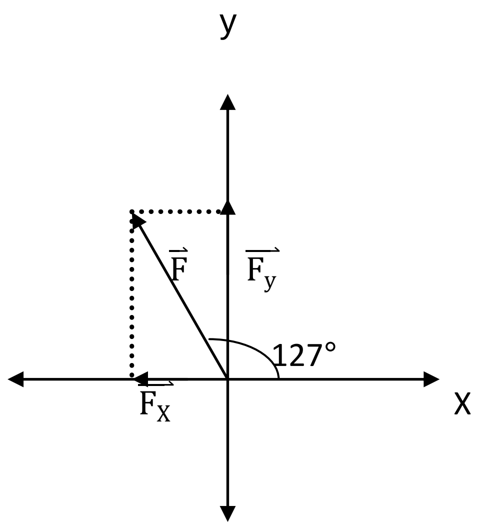
$\vec{A}_y = 134.05m$

....

حل س٤/:-صـــ 25 ـــ((جد مركبتي القوة(25N)والتي تميل بزاوية(127°)عن المحور(X) ؟

علما" إن Sin 37°=0.6 ، Cos 37°= 0.8 ؟

الحل:-



$\theta = 127 - 90$

$= 37°$

وهذه هي الزاوية المحصورة بين متجه القوة والمحور y

$\vec{F}_x = F \sin \theta$

$\vec{F}_x = 25 \times \sin 37$

$\vec{F}_x = 25 \times 0.6$

$\vec{F}_x = 15\ N$

$\vec{F}_y = F \cos \theta$

$\vec{F}_y = 25 \times \cos 37$

$\vec{F}_y = 25 \times 0.8$

$\vec{F}_y = 20\ N$

Or

$\theta = 180 - 127 = 53°$

وهذه هي الزاوية المحصورة بين متجه القوة والمحور x((وبما إن جيب أي زاوية حادة يساوي جيب تمام متممتها وبالعكس)) إذن يكون الحل كالآتي :-

$\vec{F}_x$= F Cos ɵ

$\vec{F}_x$= 25× Cos 53

$\vec{F}_x$= 25× Sin 37

$\vec{F}_x$= 25× 0.6

$\vec{F}_x$= 15 N

$\vec{F}_y$= F× Sin ɵ

$\vec{F}_y$= F× Sin 37

$\vec{F}_x$= 25× Cos 37

$\vec{F}_y$= 25× 0.8

$\vec{F}_y$= 20 N

....

س٧/:-(خارجي)ما مقدار السرعة التي تسير بها شاحنة كي تبقى مباشرة تحت طائرة تطير بسرعة(105km/h)وبزاوية مقدارها(25°) ؟ علما" إن , Sin 25°=0.422 , Cos 25°=0.906 ؟

الحل:-

$\vec{v}_x$= v Cos ɵ

$\vec{v}_x$= 105× Cos 25

$\vec{v}_x$= 105× 0.906

$\vec{v}_x$= 95.13km/h

$\vec{v}_y$= v × Sin ɵ

$\vec{v}_y$= 105× Sin 25

$\vec{v}_y$= 105× 0.422

$\vec{v}_y$= 44.31 km/h

إذن يجب أن يسير سائق الشاحنة بسرعة(95.13km/h)بإتجاه المحور الأفقي(x)وهي المركبة الأفقية للطائرة .

....

س٨/:-(خارجي)يقفز مظلي من برج القفز محدثا" إزاحة مقدارها(125m)بزاوية(37°)تحت الأفق(الجنوب الشرقي) ما مقدارمركبة إزاحته الأفقية والرأسية ؟ علما"إن Sin 37°=0.6,Sin -37°= - 0.6 , Cos 37° , -37°=0.8 ؟

الحل:-

$\vec{x}_x$= x Cos ɵ

$\vec{x}_x$= 125× Cos - 37

$\vec{x}_x$= 125× 0.8

$\vec{x}_x$= 100m

$\vec{x}_y$= x × Sin ɵ

$\vec{x}_y$= 125× Sin - 37

$\vec{x}_y$= 125× - 0.6

$\vec{x}_y$= - 75m

((إيجاد محصلة متجهين أو أكثر بطريقة التحليل المتعامد))

لإيجاد محصلة متجهين أو أكثر بطريقة التحليل المتعامد نتبع ما يأتي :-
١-نأخذ كل متجه على حده ونستخرج مركبتيه(الأفقية والشاقولية) .

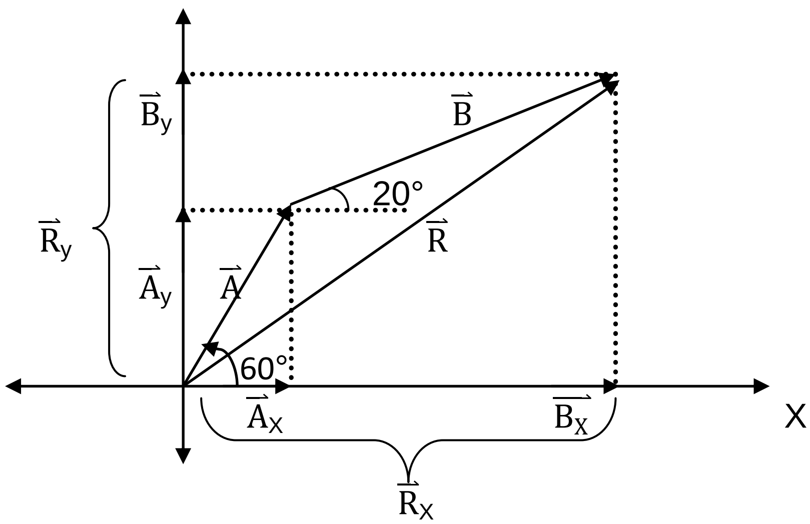
٢-نقوم بجمع المتجهات الأفقية لإيجاد المركبة الأفقية المحصلة (R_x) .

٣-نقوم بجمع المتجهات الشاقولية لإيجاد المركبة الشاقولية المحصلة (R_y) .

٤-نقوم بإيجاد المحصلة النهائية(R)بتطبيق نظرية فيثاغورس .

٥-لإيجاد إتجاه المحصلة النهائية(R) نطبق القانون التالي :- $\theta = \tan^{-1} \frac{R_y}{R_x}$

حل مثال٤/:-صـ 18 ــ((المتجه $\vec{A}$ طوله(14cm)ويصنع زاوية مقدارها(60°)مع الإتجاه الموجب للمحور(X)
والمتجه $\vec{B}$ طوله(20cm)ويصنع زاوية مقدارها(20°)مع الإتجاه الموجب للمحور(X)
حلل المتجهين $\vec{A}$ ، $\vec{B}$ إلى مركبتيهما ثم إحسب مقدار وإتجاه المتجه المحصل $\vec{R}$ ؟
علما" إن ((Sin 60°= 0.866 , Cos 60°= 0.5 , Sin 20°= 0.342 , Cos 20°= 0.94
$\sqrt{1025.12} = 32$, $\tan^{-1} 0.735 = 36°$)) .   y
الحل:-



$\vec{A}_x$= A Cos θ
$\vec{A}_x$= 14× Cos 60
$\vec{A}_x$= 14× 0.5
$\vec{A}_x$= 7 cm
$\vec{A}_y$= A Sin θ
$\vec{A}_y$= 14× Sin 60
$\vec{A}_y$= 14× 0.866
$\vec{A}_y$= 12.12cm

$\vec{B}_x = B \cos \theta$

$\vec{B}_x = 20 \times \cos 20$

$\vec{B}_x = 20 \times 0.94$

$\vec{B}_x = 18.8$ cm

$\vec{B}_y = B \sin \theta$

$\vec{B}_y = 20 \times \sin 20$

$\vec{B}_y = 20 \times 0.342$

$\vec{B}_y = 6.84$cm

$\vec{R}_x = \vec{A}_x + \vec{B}_x$

$\vec{R}_x = 7 + 18.8$

$\vec{R}_x = 25.8$ cm

$\vec{R}_y = \vec{A}_y + \vec{B}_y$

$\vec{R}_y = 12.12 + 6.84$

$\vec{R}_y = 18.96$ cm

$\vec{R} = \sqrt{R_x{}^2 + R_y{}^2}$

$\vec{R} = \sqrt{(25.8)^2 + (18.96)^2}$

$\vec{R} = \sqrt{665.64 + 359.48}$

$\vec{R} = \sqrt{1025.12}$

$\vec{R} = 32$ cm

$\theta = \tan^{-1} \frac{R_y}{R_x}$

$\theta = \tan^{-1} \frac{18.96}{25.8}$

$\theta = \tan^{-1} 0.735$

$\theta = 36°$

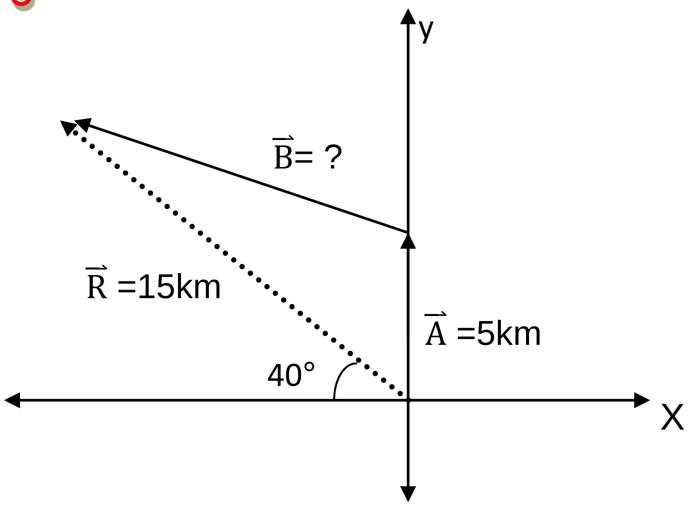
((إذن إتجاه المحصلة النهائية هي بإتجاه(36°)مع الإتجاه الموجب للمحور x))

....

س٩/:-خارجي(يشيرمستقبل جهازتحديد المواقع العالمي إلى إن منزلك يبعد(15km)في إتجاه يصنع(40°)شمال الغرب ولكن الطريق الوحيد المتاح أمامك للوصول إلى المنزل هو في إتجاه الشمال فإذا سلكت هذا الطريق وتحركت مسافة (5km)فما المسافة التي يجب أن تقطعها بعد ذلك حتى تصل إلى منزلك ؟ وفي أي إتجاه تسير ؟ علماً" إن :-

(($\sin 140° = 0.642$, $\cos 140° = -0.766$, $\sqrt{153.4} = 12.3$, $\tan^{-1} -0.4 = 21.8°$))

الحل:-



أولا" نجد مركبات المحصلة$(\vec{R})$ وكما يأتي :-

$\overrightarrow{R_x}$ = R × Cos θ
$\overrightarrow{R_x}$ = 15 × Cos 140
$\overrightarrow{R_x}$ = 15 × - 0.766
$\overrightarrow{R_x}$ = - 11.5 km

$\overrightarrow{R_y}$ = R × Sin θ
$\overrightarrow{R_y}$ = 15 × Sin 140
$\overrightarrow{R_y}$ = 15 × 0.642
$\overrightarrow{R_y}$ = 9.6 km

ثانيا" نقوم بإيجاد مركبات المتجه$(\vec{A})$

$\overrightarrow{A_x}$ = 0 km , $\overrightarrow{A_y}$ = 5 km

ثالثا" نقوم بإيجاد مركبات المتجه$(\vec{B})$ عن طريق مركبات المحصلة$(\vec{R})$ ومركبات المتجه$(\vec{A})$

$\overrightarrow{B_x} = \overrightarrow{R_x} - \overrightarrow{A_x}$
$\overrightarrow{B_x}$ = - 11.5 - 0
$\overrightarrow{B_x}$ = - 11.5 km

$\overrightarrow{B_y} = \overrightarrow{R_y} - \overrightarrow{A_y}$
$\overrightarrow{B_y}$ = 9.6 - 5
$\overrightarrow{B_y}$ = 4.6 km

رابعا" نقوم بإيجاد قيمة المتجه$(\vec{B})$ من خلال مركبتيه وكما يلي :-

$\vec{B} = \sqrt{B_x{}^2 + B_y{}^2}$
$\vec{B} = \sqrt{(-11.5)^2 + (4.6)^2}$
$\vec{B} = \sqrt{132.25 + 21.16}$
$\vec{B} = \sqrt{153.4}$
$\vec{B}$ = 12.3 km

$\theta = \tan^{-1} \frac{B_y}{B_x}$

$\theta = \tan^{-1} \frac{4.6}{-11.5}$

$\theta = \tan^{-1} - 0.4$

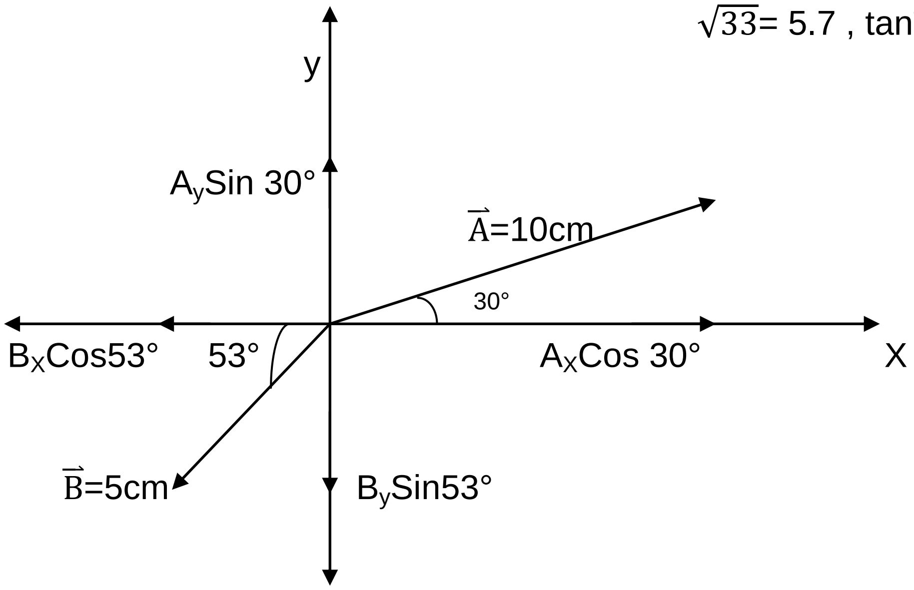
$\theta = - 21.8°$

إذن يسير مسافة(12.3km)بإتجاه(21.8°)بإتجاه الشمال الغربي . أي بإتجاه(158.2°)مع الإتجاه الموجب للمحور(x) .

س١٠/:- (خارجي) المتجه $\vec{A}$ طوله(10cm)ويصنع زاوية مقدارها(30°)بإتجاه الشمال الشرقي ، والمتجه $\vec{B}$ طوله(5cm)ويصنع زاوية مقدارها(53°)بإتجاه الجنوب الغربي ، حلل المتجهين $\vec{A}$ ، $\vec{B}$ إلى مركبتيهما ثم إحسب مقدار وإتجاه المتجه المحصل $\vec{R}$ ؟

علما" إن ((Sin 30°= 0.5 , Cos 30°= 0.866 , Sin 233°= - 0.8 , Cos 233°= - 0.6

$\sqrt{33}$= 5.7 , $\tan^{-1}$ 0.17 = 9.6°



أولا" :-نقوم بإيجاد مركبتي المتجه($\vec{A}$)

$\vec{A}_x$= A Cos θ

$\vec{A}_x$= 10× Cos 30

$\vec{A}_x$= 10× 0.866

$\vec{A}_x$= 8.66 cm

$\vec{A}_y$= A Sin θ

$\vec{A}_y$= 10× Sin 30

$\vec{A}_y$= 10× 0.5

$\vec{A}_y$= 5cm

ثانيا" :-نقوم بإيجاد مركبتي المتجه($\vec{B}$)

$\vec{B}_x$= B Cos θ

$\vec{B}_x$= 5× Cos 233

$\vec{B}_x$= 5× - 0.6

$\vec{B}_x$= - 3 cm

$\vec{B}_y$= B Sin ɵ

$\vec{B}_y$=5× Sin 233

$\vec{B}_y$=5× - 0.8

$\vec{B}_y$= - 4cm

ثالثا" :-نقوم بإيجاد مركبتي المحصلة($\vec{R}$)

$\vec{R}_x = \vec{A}_x + \vec{B}_x$

$\vec{R}_x$= 8.66 +(- 3)

$\vec{R}_x$= 5.66cm

$\vec{R}_y = \vec{A}_y + \vec{B}_y$

$\vec{R}_y = 5 + (-4)$

$\vec{R}_y$= 1 cm

رابعا" :-نقوم بإيجاد قيمة المحصلة($\vec{R}$)

$\vec{R} = \sqrt{R_x{}^2 + R_y{}^2}$

$\vec{R} = \sqrt{(5.66)^2 + (1)^2}$

$\vec{R} = \sqrt{32 + 1}$

$\vec{R} = \sqrt{33}$

$\vec{R}$ = 5.7 cm

خامسا" :-نقوم بإيجاد إتجاه المحصلة($\vec{R}$)

$\theta = \tan^{-1} \frac{R_y}{R_x}$

$\theta = \tan^{-1} \frac{1}{5.66}$

$\theta = \tan^{-1} 0.17$

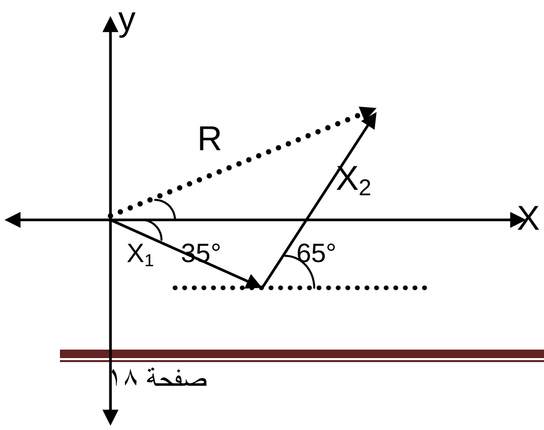
ɵ = 9.6°

((إذن إتجاه المحصلة النهائية هي بإتجاه(9.6°)بإتجاه الجنوب الشرقي ، أي بإتجاه 350.4° مع الإتجاه الموجب للمحور X))

....

س١١/:-(خارجي)يسير جوال إزاحة(20km)من مخيمه بزاوية(35°)في إتجاه الجنوب الشرقي ، وفي اليوم التالي يسير إزاحة(40km)بزاوية(65°)في إتجاه الشمال الشرقي ،ليصل إلى برج في الغابة ،إحسب مقدار إزاحة الجوال وإتجاهها من مخيمه إلى البرج بطريقة التحليل المتعامد ؟ علما" إن , Sin35°=0.57 , Cos35°,-35°=0.81
Sin65°=0.9 , Cos65°=0.42 Sin - 35°= - 0.57,

الحل:-



$\vec{x}_{1x} = x \text{ Cos } \theta$
$\vec{x}_{1x} = 20 \times \text{Cos} - 35$
$\vec{x}_{1x} = 20 \times 0.81$
$\vec{x}_{1x} = 16.2\text{km}$
$\vec{x}_{1y} = x \times \text{Sin } \theta$
$\vec{x}_{1y} = 20 \times \text{Sin} - 35$
$\vec{x}_{1y} = 20 \times - 0.57$
$\vec{x}_{1y} = - 11.4\text{km}$

$\vec{x}_{2x} = x \text{ Cos } \theta$
$\vec{x}_{2x} = 40 \times \text{Cos } 65$
$\vec{x}_{2x} = 40 \times 0.42$
$\vec{x}_{2x} = 16.8\text{km}$
$\vec{x}_{2y} = x \times \text{Sin } \theta$
$\vec{x}_{2y} = 40 \times \text{Sin } 65$
$\vec{x}_{2y} = 40 \times 0.9$
$\vec{x}_{2y} = 36\text{km}$

$\vec{x}_{x} = \vec{x}_{1x} + \vec{x}_{2x}$
$= 16.2 + 16.8$
$= 33 \text{ km}$
$\vec{x}_{y} = \vec{x}_{1y} + \vec{x}_{2y}$
$= - 11.4 + 36$
$= 24.6 \text{ km}$

$R = \sqrt{X_x{}^2 + X_y{}^2}$
$R = \sqrt{(33)^2 + (24.6)^2}$
$R = \sqrt{1089 + 605.16}$
$R = \sqrt{1694.16}$
$R = 41.16 \text{ km}$
$\theta = \tan^{-1} \frac{X_y}{X_x}$
$\theta = \tan^{-1} \frac{24.6}{33}$
$\theta = \tan^{-1} 0.74$
$\theta = 36.5°$

(إذن يسير إزاحة قدرها 41.16 km وبإتجاه 36.5° مع الإتجاه الموجب للمحور x أي بإتجاه الشمال الشرقي)

....

((الضرب الإتجاهي والضرب النقطي))

١-**الضرب الإتجاهي**:-يسمى بهذا الأسم لأن ناتج الضرب كمية إتجاهية حيث ينتج عن حاصل الضرب الإتجاهي لمتجهين متجه ثالث يكون عموديا" على المستوي الذي يحوي المتجهين .

فإذا كان لدينا متجهان مثل $\vec{A}$, $\vec{B}$ فإن حاصل ضربهما إتجاهيا" يساوي المتجه $\vec{C}$:-

$\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B}$

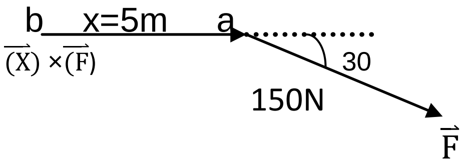
وإن مقدار المتجه $\vec{C}$ يعطى بالعلاقة التالية :-

$|\vec{C}| = |\vec{A}|\,|\vec{B}|\,\text{Sin}\,\theta$

وإن إتجاه المتجه $(\vec{C})$يحدد حسب قاعدة الكف اليمنى حيث لف الأصابع يشير إلى إتجاه المتجهين $(\vec{A}\,,\,\vec{B})$والإبهام يشير إلى إتجاه المتجه$(\vec{C})$.

إذا كانت الزاوية بين المتجهين بإتجاه عقارب الساعة فإن المتجه$(\vec{C})$يكون بإتجاه داخل الورقة . وإذا كانت الزاوية بين المتجهين بإتجاه دوران عكس عقارب الساعة فإن المتجه$(\vec{C})$يكون بإتجاه القارئ .

حل مثال/٦:- صـ 21ـــ((أثرت القوة$(\vec{F})$مقدارها(150N)في العتلة(ab)عند النقطة(a)والتي تبعد عن محور الدوران(b)بالبعد(5m)لاحظ الشكل التالي . جد مقدار وإتجاه المتجه المحصل ؟ علما" إن $\text{Sin}\,30° = 0.5$



الحل:-

$|\vec{X}\times\vec{F}| = |\vec{X}|\,|\vec{F}|\,\text{Sin}\,\theta$

$|\vec{X}\times\vec{F}| = 5 \times 150 \times \text{Sin}\,30$

$|\vec{X}\times\vec{F}| = 750 \times 0.5$

$|\vec{X}\times\vec{F}| = 375\ \text{N . m}$

الإتجاه في هذه الحالة يكون بعيدا" عن القارئ إي بإتجاه داخل الصفحة حسب قاعدة الكف الأيمن .

س٣/:- صـ 25ـــ((إذا كان مقدار المتجه$(\vec{A})$يساوي(6 units) وبالإتجاه الموجب للمحور(x) ومقدار المتجه $(\vec{B})$ (4units)بإتجاه 30° مع المحور x ويقع في المستوي(x y)إحسب مقدار حاصل الضرب الإتجاهي للمتجهين $\vec{A}\times\vec{B}$. علما" إن $\text{Sin}\,30° = 0.5$ ؟

الحل:-

$|\vec{A}\times\vec{B}| = |\vec{A}|\,|\vec{B}|\,\text{Sin}\,\theta$

$|\vec{A}\times\vec{B}| = 6 \times 4 \times \text{Sin}\,30$

$|\vec{A}\times\vec{B}| = 24 \times 0.5 = 12\ \text{units}$.

الإتجاه في هذه الحالة يكون بإتجاه القارئ إي بإتجاه خارج الصفحة حسب قاعدة الكف الأيمن .

٢-الضرب النقطي(القياسي):-يسمى بهذا الأسم لأن إشارة الضرب فيه هو النقطة(.)وحاصل الضرب فيه هو كمية قياسية وقانونه هو :-

$\vec{A}\,.\,\vec{B} = |\vec{A}|\,|\vec{B}|\,\text{Cos}\,\theta$

والزاوية θ قيمتها ما بين(0 , 180°) .

حل مثال/٥:-صـ 21ـــ((أثرت قوة مقدارها(40N)بإتجاه(37°)فوق الأفق في جسم فحركته إزاحة(10m)بالإتجاه الأفقي . إحسب مقدار الشغل الذي تبذله تلك القوة ؟ علما" إن $\text{Cos}\,37° = 0.8$ ؟

الحل:-

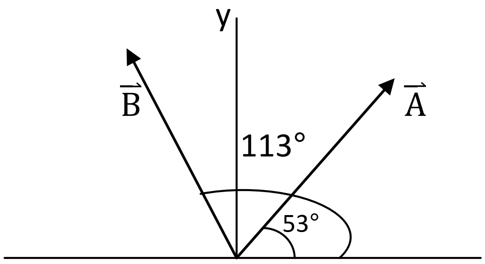
$W = |\vec{F}|\,|\vec{X}|\,\text{Cos}\,\theta$

$W = 40 \times 10 \times \text{Cos}\,37$

$W = 400 \times 0.8$

$W = 320\ \text{J}$.

س٢/:- صـ 25ـــ((ما مقدار الضرب النقطي($\vec{A} . \vec{B}$)للمتجهين($\vec{A} , \vec{B}$)الموضحين في الشكل المجاور إذا كان :-
$|\vec{B}|$=5 units , $|\vec{A}|$=4units ؟علماً" إن Cos 60°= 0.5 .



ɵ = 113 – 53 = 60°

$\vec{A} . \vec{B} = |\vec{A}|\ |\vec{B}|$ Cos ɵ

$\vec{A} . \vec{B}$ = 4 × 5 × Cos 60

$\vec{A} . \vec{B}$ = 20 × 0.5

$\vec{A} . \vec{B}$ = 10 units .

....

س١٢/:-خارجي((المتجه($\vec{A}$)يساوي(10units)والمتجه($\vec{B}$)يساوي(5units)والزاوية بينهما(53°)جد :-

١- $\vec{A} . \vec{B}$

٢- $|\vec{A} \times \vec{B}|$ ؟

علماً" إن Sin 53°= 0.8 , Cos 53°= 0.6 .

الحل:-

1- $\vec{A} . \vec{B} = |\vec{A}|\ |\vec{B}|$ Cos ɵ

$\vec{A} . \vec{B}$ = 10 × 5 × Cos 53

$\vec{A} . \vec{B}$ = 50 × 0.6

$\vec{A} . \vec{B}$ = 30 units .

2- $|\vec{A} \times \vec{B}| = |\vec{A}|\ |\vec{B}|$ Sin ɵ

$|\vec{A} \times \vec{B}|$ = 10 × 5 × Sin 53

$|\vec{A} \times \vec{B}|$ = 50 × 0.8 = 40 units .

الفصل الثاني

الحركة الخطية (Linear Motion)

((معادلات الحركة الخطية بتعجيل منتظم))

١-إشتقاق معادلة الإزاحة بدلالة كل من السرعة النهائية والسرعة الإبتدائية والزمن :-

بما إن

$V_{av} = \frac{\Delta X}{\Delta t}$ ....(1)

بما إن

$V_{av} = \frac{V_i + V_f}{2}$ ....(2)

بتساوي المعادلتين(1,2)نحصل على :-

$\frac{\Delta X}{\Delta t} = \frac{V_i + V_f}{2}$ ....(3)

بضرب طرفي المعادلة(3)في (Δt)نحصل على :-

$$\Delta x = \left(\frac{V_i + V_f}{2}\right) . \Delta t$$

....

٢-إشتقاق معادلة السرعة النهائية بدلالة كل من السرعة الإبتدائية والتعجيل والزمن :-(المعادلة الأولى للحركة الخطية)

بما إن

$a = \frac{V_f + V_i}{\Delta t}$

$V_f - V_i = a\ \Delta t$

$$V_f = V_i + a\ \Delta t$$

....

٣-إشتقاق معادلة الإزاحة بدلالة كل من السرعة الإبتدائية والتعجيل والزمن :-(المعادلة الثانية للحركة الخطية)

بما إن

$\Delta x = \left(\frac{V_i + V_f}{2}\right) . \Delta t$ ....(1)

بما إن

$V_f = V_i + a\ \Delta t$ ....(2)

نعوض معادلة(2) في معادلة(1)نحصل على :-

$\Delta x = \left(\frac{V_i + (Vi + a\,\Delta t)}{2}\right) . \Delta t$

$\Delta x = \left(\frac{2V_i + a\,\Delta t}{2}\right) . \Delta t$

$\Delta x = \left(\frac{2V_i \Delta t + a\,\Delta t^2}{2}\right)$

$\Delta x = \frac{1}{2}\,(2V_i \Delta t + a\,\Delta t^2)$

$$\Delta x = V_i \Delta t + \frac{1}{2}\, a\, \Delta t^2$$

٤- إشتقاق معادلة السرعة النهائية بدلالة كل من التعجيل والإزاحة والسرعة الإبتدائية :-(المعادلة الثالثة للحركة الخطية)

بما إن

$$\Delta x = \left(\frac{V_i + V_f}{2}\right) . \Delta t \; ....(1)$$

نضرب طرفي المعادلة(1)في 2 نحصل على :-

$$2\Delta x = (V_i + V_f) . \Delta t \; ....(2)$$

بقسمة طرفي المعادلة(2)على($V_i + V_f$)نحصل على :-

$$\frac{2\Delta x}{V_i + V_f} = \Delta t \; ....(3)$$

بما إن

$$V_f = V_i + a\,\Delta t \; ....(4)$$

نعوض معادلة(3)في معادلة(4)نحصل على :-

$$V_f = V_i + a \times \frac{2\Delta x}{V_i + V_f}$$

$$V_f - V_i = \frac{a\, 2\Delta x}{V_i + V_f}$$

$$V_f^2 - V_i^2 = a \times 2\Delta x$$

$$V_f^2 = V_i^2 + 2a\,\Delta x$$

....

ملاحظات هامة في حل مسائل الحركة الخطية :-

١-الجسم المتحرك بسرعة ثابتة فإن تعجيله الخطي يساوي صفر($a = 0$) .

٢-إذا كانت سرعة الجسم في تناقص فإنه يمتلك تعجيل تباطؤي .أي تعوض قيمة التعجيل الخطي بإشارة سالبة في المعادلات أعلاه .

٣-إذا تحرك جسم من السكون فإن سرعته الإبتدائية تساوي صفر($V_i = 0$) .

٤-إذا توقف الجسم عن الحركة فإن سرعة الجسم النهائية تساوي صفر ($V_f = 0$) .

٥-لتحويل السرعة من وحدات(km/h)إلى وحدات(m/s)نضرب قيمة السرعة في $\frac{5}{18}$.

....

حل س١ /:- صـــ 54ـــــ((سيارة تتحرك بسرعة(30m/s)فإذا ضغط سائقها على الكوابح تحركت السيارة بتباطؤ($6m/s^2$)إحسب مقدار:-

١-سرعة السيارة بعد(2s)من تطبيق الكوابح . ٢-الزمن الذي تستغرقه السيارة حتى تتوقف عن الحركة .
٣-الإزاحة التي تقطعها السيارة حتى تتوقف عن الحركة ؟

الحل:-

المعطيات($V_i = 30m/s$, $a = -6m/s^2$)المطلوب ($1- V_f = ?$, $t = 2s$, $2- t = ?$, $V_f = 0$
٢ - $V_f = 0$, $x = ?$)

1-

$V_f = V_i + a\,\Delta t$

$= 30 - 6 \times 2$

$= 30 - 12 = 18$ m/s .

2-

$V_f = V_i + a\,\Delta t$

$0 = 30 - 6 \times \Delta t$

$-30 = -6\,\Delta t$

$\Delta t = \frac{-30}{-6} = 5$ sec .

3-

$\Delta x = V_i \Delta t + \frac{1}{2} a\,\Delta t^2$

$\Delta x = 30 \times 5 - \frac{1}{2} \times 6\,(5)^2$

$\Delta x = 150 - 3 \times 25$

$\Delta x = 150 - 75 = 75$ m .

OR

$V_f^2 = V_i^2 + 2a\Delta x$

$0 = (30)^2 - 2 \times 6\,\Delta x$

$0 = 900 - 12\Delta x$

$-900 = -12\,\Delta x$

$\Delta x = \frac{-900}{-12} = 75$ m .

....

س١/:- (خارجي)بدأ جسم الحركة من السكون بتعجيل ثابت مقداره($3m/s^2$)إحسب مقدار سرعته بعد أن يقطع مسافة مقدارها(6m) ؟

الحل:-

المعطيات($V_i = 0$, $a = 3m/s^2$, $\Delta x = 6m$)

المطلوب ($V_f = ?$) .

$V_f^2 = V_i^2 + 2a\Delta x$

$V_f^2 = 0 + 2 \times 3 \times 6$

$V_f^2 = 36$

بجذر الطرفين

$V_f = 6$ m/s

....

س٢/:- (خارجي)تتحرك سيارة بسرعة(8m/s)في خط مستقيم بتسارع ثابت وتقطع مسافة مقدارها(640m)في زمن قدره(40s)إحسب خلال هذه الفترة :- ١-تسارع السيارة ٢-السرعة النهائية ؟

الحل:-

المعطيات($V_i = 8m/s$, $\Delta x = 640m$, $\Delta t = 40s$)المطلوب(1- $a = ?$, 2- $V_f = ?$) .

1-

$\Delta x = V_i \Delta t + \frac{1}{2} a\,\Delta t^2$

$640 = 8 \times 40 + \frac{1}{2} \times a\,(40)^2$

$640 = 320 + \frac{1}{2} \times a \times 1600$

$640 = 320 + 800a$

$640 - 320 = 800a$

$320 = 800a$

$a = \frac{320}{800} = 0.4 m/s^2$

2-

$V_f = V_i + a\,\Delta t$

$= 8 + 0.4 \times 40$

$= 8 + 16$

$= 24$ m/s .

OR

$V_f^2 = V_i^2 + 2a\Delta x$

$V_f^2 = (8)^2 + 2 \times 0.4 \times 640$

$V_f^2 = 64 + 0.8 \times 640$

$V_f^2 = 64 + 512$

$V_f^2 = 576$

بجذر الطرفين

$V_f = 24\ m/s$

ملاحظة/:-إذا كان هناك مطلب يحل بأكثر من طريقة فالأفضل إختيار أبسط الطرق وكما هو الحال في المطلب الثاني فالطريقة الأولى هي الأبسط .

....

س٣/:- (خارجي)تهبط طائرة حربية على حاملة طائرات بسرعة(360km/h)إحسب:-

١-تعجيل الطائرة إذا توقفت خلال زمن قدره(4s) .   ٢-أقصى مسافة تتحركها الطائرة إلى أن تقف ؟

الحل:-

المعطيات($V_i = 360km/h$) المطلوب($1-\ a = ?\ ,\ V_f = 0\ \ \Delta t = 4s\ \ ,\ 2-\ \Delta x = ?\ ,\ V_f = 0$)

1-

$V_i = 360 \times \frac{5}{18} = 100 m/s$

$V_f = V_i + a\,\Delta t$

$0 = 100 + a \times 4$

$-100 = 4a$

$a = \frac{-100}{4} = -\,25 m/s^2$

الإشارة السالبة تدل على إن التعجيل تباطؤي .

2-

$\Delta x = V_i \Delta t + \frac{1}{2}\, a\, \Delta t^2$

$\Delta x = 100 \times 4 - \frac{1}{2} \times 25 \times (4)^2$

$\Delta x = 400 - 12.5 \times 16$

$\Delta x = 400 - 200 = 200$ m .

OR

$V_f^2 = V_i^2 + 2a\Delta x$

$0 = (100)^2 - 2 \times 25\, \Delta x$

$0 = 10000 - 50\Delta x$

$-10000 = -50\, \Delta x \Longrightarrow \Delta x = \frac{-10000}{-50} = 200\ m$.

....

س٤/:-(خارجي)دراجة تتحرك بسرعة($10m/s$)ثم أخذت تتباطأ بإنتظام بمعدل($1m/s^2$)خلال زمن قدره($5s$)إحسب:-

١-السرعة النهائية .   ٢-المسافة المقطوعة خلال هذا الزمن ؟

الحل:-

المعطيات($V_i = 10m/s$, $a = 1m/s^2$, $\Delta t = 5s$) المطلوب($1-\ V_f = ?$, $2-\ \Delta x = ?$) .

1-

$V_f = V_i + a\, \Delta t$

$= 10 - 1 \times 5$

$= 10 - 5$

$= 5\ m/s$.

2-

$\Delta x = V_i \Delta t + \frac{1}{2}\, a\, \Delta t^2$

$\Delta x = 10 \times 5 - \frac{1}{2} \times 1 \times (5)^2$

$\Delta x = 50 - 0.5 \times 25$

$\Delta x = 50 - 12.5 = 37.5\ m$.

....

((معادلات الحركة في السقوط الحر))

$V_f = V_i + g\, \Delta t$ ....(1)

$\Delta y = V_i \Delta t + \frac{1}{2}\, g\, \Delta t^2$ ....(2)

$V_f^2 = V_i^2 + 2g\Delta y$ ....(3)

ملاحظات هامة:-

١-عند سقوط الجسم سقوطا" حرا" فإن سرعته الإبتدائية تساوي صفر($V_i = 0$) .

٢-دائما" نعوض قيمة التعجيل الأرضي بإشارة سالبة لأنه متجه نحو الأسفل وقيمته هي($g = -10m/s^2$) .

٣-عند قذف الجسم نحو الأعلى فإنه يمتلك سرعة إبتدائية .وتكون سرعته النهائية في أعلى نقطة من مساره تساوي صفر($V_f = 0$) . وعند عودته إلى نقطة قذفه فإن سرعته الإبتدائية تساوي صفر($V_i = 0$) .

٤-زمن صعود المقذوف نحو الأعلى يساوي زمن نزوله نحو الأسفل فيكون الزمن الكلي($t_{total} = t_1 + t_2$)

٥-سرعة المقذوف نحو الأعلى لحظة إصطدامه بسطح الأرض هي نفس السرعة الإبتدائية التي أطلق بها ولكن بإشارة سالبة دلالة على إن السرعة متجهة نحو الأسفل .

....

حل مثال٣/:- صـــ42ـــ((من سطح بناية سقطت كرة سقوطا" حرا" فوصلت سطح الأرض بعد زمن قدره($3s$)إحسب مقدار :-

١-إرتفاع سطح البناية ؟

٢-سرعة الكرة لحظة إصطدامها بسطح الأرض وبأي إتجاه ؟

٣-سرعة وإرتفاع الكرة فوق سطح الأرض بعد مرور($1s$)من سقوطها ؟

أعتبر التعجيل الأرضي($g = -10\ m/s^2$) ؟

الحل/:-

المعطيات($V_i = 0$, $\Delta t = 3s$, $g = -10m/s^2$)المطلوب($1-\ h = ?$, $2-\ V_f = ?$,

(3- V_f = ? , h = ? , Δt = 1s

1-

$\Delta y = V_i \Delta t + \frac{1}{2}\ g\ \Delta t^2$

$\Delta y = 0 - \frac{1}{2} \times 10 \times (3)^2$

$\Delta y = -5 \times 9$

$\Delta y = -45m$

الإشارة السالبة تدل على إن إزاحة الكرة تتجه نحو الأسفل . إذن إرتفاع البناية فوق سطح الأرض هو(h=+45m)

2-

$V_f = V_i + g\ \Delta t$

$V_f = 0 - 10 \times 3$

$V_f = -30$ m/s.

الإشارة السالبة تدل على إن سرعة الكرة نحو الأسفل .

OR

$V_f^2 = V_i^2 + 2g\Delta y$

$V_f^2 = 0 - 2 \times 10 \times 45$

$V_f^2 = -20 \times 45$

$V_f^2 = -900$

بجذر الطرفين

V_f = 30m/s

3-

$V_f = V_i + g\ \Delta t$

$V_f = 0 - 10 \times 1$

$V_f = -10$ m/s

$\Delta y = V_i \Delta t + \frac{1}{2}\ g\ \Delta t^2$

$\Delta y = 0 - \frac{1}{2} \times 10 \times (1)^2$

$\Delta y = -5 \times 1$

$\Delta y = -5m$

هذا هو إرتفاع الكرة عن نقطة قذفها بعد(1s)

h=45 – 5

= 40 m

هذا هو إرتفاع الكرة فوق سطح الأرض بعد مرور(1s)من قذفها

....

حل مثال/٤:-صــ43ـــ((من نقطة عند سطح الأرض قذفت كرة صغيرة بإنطلاق(40m/s)شاقوليا" نحو الأعلى (أهمل تأثير الهواء في الكرة)إحسب مقدار:-

١-أعلى إرتفاع ممكن أن تصله الكرة فوق سطح الأرض ؟

٢-الزمن الذي تستغرقه الكرة من لحظة قذفها لحين وصولها إلى أعلى إرتفاع لها ؟

٣-سرعتها و إرتفاعها فوق سطح الأرض عند اللحظة (t = 2s) ؟

٤-سرعتها لحظة إصطدامها بسطح الأرض ؟ (أعتبر التعجيل الأرضي $g = -10m/s^2$) .

الحل:-

المعطيات(V_i = 40m/s)

المطلوب(1- h=? , V_f =0 , 2- Δt=? , V_f =0 , 3- V_f =? , h=? , Δt=2s ,4- V_f = ?)

1-

$V_f^2 = V_i^2 + 2g\Delta y$

$0 = (40)^2 - 2 \times 10 \times h$

$0 = 1600 - 20h$

$-1600 = -20h$

$h = \frac{-1600}{-20} = 80\ m$.

2-

$V_f = V_i + g\ \Delta t$

$0 = 40 - 10 \times \Delta t$

$-40 = -10\Delta t$

$\Delta t = \frac{-40}{-10} = 4s$

3-

$V_f = V_i + g\ \Delta t$

$V_f = 40 - 10 \times 2$

$V_f = 40 - 20$

$V_f = 20\ m/s$

$\Delta y = V_i \Delta t + \frac{1}{2}\ g\ \Delta t^2$

$\Delta y = 40 \times 2 - \frac{1}{2} \times 10 \times (2)^2$

$\Delta y = 80 - 5 \times 4$

$\Delta y = 80 - 20 = 60\ m$.

4-

لمعرفة السرعة النهائية للكرة لحظة إصطدامها بسطح الأرض يجب حساب الزمن الكلي للصعود والنزول

$t_{total} = t_1 + t_2$

$t_{total} = 4 + 4$

$t_{total} = 8s$

$V_f = V_i + g\ \Delta t$

$V_f = 40 - 10 \times 8$

$V_f = 40 - 80$

$V_f = -40\ m/s$

الإشارة السالبة تدل على إن سرعة الكرة نحو الأسفل . وهي نفس السرعة الإبتدائية التي قذفت بها الكرة .

....

حل س٢/:-صـ54ـــ((سقط حجر سقوطا" حرا" من جسر فأصطدم بسطح الماء بعد(2s)من لحظة سقوطه إحسب مقدار:-

١-إرتفاع الجسر فوق سطح الماء ؟

٢-إرتفاع الحجر فوق سطح الماء بعد(1s)من سقوطه ؟

٣-سرعة الحجر لحظة إصطدامه بسطح الماء ؟ (أعتبر $g = -10 m/s^2$) .

الحل:-

المعطيات($V_i = 0$, $\Delta t = 2s$, $g = -10 m/s^2$)

المطلوب(1- h= ? , 2- h= ? , $\Delta t = 1s$, 3- V_f =?) .

1-

$\Delta y = V_i \Delta t + \frac{1}{2}\ g\ \Delta t^2$

$\Delta y = 0 - \frac{1}{2} \times 10 \times (2)^2$

$\Delta y = -5 \times 4$

$\Delta y = -20m$

(h = 20m)إرتفاع الجسر فوق سطح الماء

2-

$\Delta y = V_i \Delta t + \frac{1}{2}\ g\ \Delta t^2$

$\Delta y = 0 - \frac{1}{2} \times 10 \times (1)^2$

$\Delta y = -5 \times 1$

$\Delta y = -5m$

هذه الإزاحة التي قطعها الحجر نازلا" بإتجاه الماء

لحساب إرتفاع الحجرفوق سطح الماء بعد(1s)من سقوطه

h=20 – 5 = 15m

3-

$V_f = V_i + g\ \Delta t$

$V_f = 0 - 10 \times 2$

$V_f = -20m/s$

الإشارة السالبة تدل على إن سرعة الحجر بإتجاه الأرض

....

حل س٤/:-صـــ54ـــ((من نقطة على سطح الأرض قذف حجرشاقوليا" نحو الأعلى فوصل قمة مساره بعد(3s)من لحظة قذفه إحسب :-

١-مقدار السرعة التي قذف بها الحجر ؟ ٢-أعلى إرتفاع يصله الحجر فوق سطح الأرض ؟

٣-الإزاحة الكلية والزمن الكلي خلال حركته ؟ (أعتبر $g= -10m/s^2$)

الحل:-

المعطيات($\Delta t = 3s$, $g= -10m/s^2$)

المطلوب(1- V_i = ? , 2- h =? , 3- Δy_{total} = ? , t_{total} = ?) .

1-

$V_f = V_i + g\ \Delta t$

$0 = V_i - 10 \times 3$

$V_i = 30m/s$

2-

$\Delta y = V_i \Delta t + \frac{1}{2}\ g\ \Delta t^2$

$\Delta y = 0 - \frac{1}{2} \times 10 \times (3)^2$

$\Delta y = -5 \times 9$

$\Delta y = -45m$

h= 45 m

3-

(الإزاحة الكلية للحجر من لحظة قذفه وحتى وصوله إلى سطح الأرض تساوي صفر لأن الحجرعاد إلى نقطة قذفه)

$t_{total} = t_1 + t_2$

$t_{total} = 3 + 3$

$t_{total} = 6s$

س١/:-(خارجي)أطلق سهم إلى أعلى فوصل إلى إرتفاع(125m)إحسب :-
١-زمن التحليق الكلي للسهم ؟ ٢-السرعة التي وصل بها السهم إلى سطح الأرض ؟
أعتبر التعجيل الأرضي($g= - 10\ m/s^2$) ؟

الحل:-
المعطيات($\Delta x = 125m$, $g = -10m/s^2$)
المطلوب($1-\ t_{total} = ?$, $2-\ V_f = ?$)

1-

$V_f^2 = V_i^2 + 2g\Delta y$

$0 = V_i^2 - 2 \times 10 \times 125$

$0 = V_i^2 - 2500$

$V_i^2 = 2500$

$V_i = \sqrt{2500} = 50\ m/s$.

(زمن الصعود)

$V_f = V_i + g\ \Delta t$

$0 = 50 - 10 \times \Delta t$

$-50 = -10\Delta t$

$\Delta t = -50 / -10$

$= 5sec$

$t_{total} = t_1 + t_2$

$t_{total} = 5 + 5$

$t_{total} = 10sec$

2-

$V_f = V_i + g\ \Delta t$

$V_f = 0 - 10 \times 5$

$V_f = - 50\ m/s$

(الإشارة السالبة تدل على إن السرعة هي بإتجاه الأسفل)

....

س٢/:-(خارجي)قذف شخص مجموعة مفاتيحه إلى أعلى بإتجاه أخيه الذي يطل من نافذة تعلوه بمقدار (4m)فالتقط أخوه المفاتيح بعد مرور زمن قدره(0.8sec)من قذفها إحسب :-
١-السرعة الإبتدائية التي قذفت بها مجموعة المفاتيح . ٢-سرعة مجموعة المفاتيح قبل إلتقاطها مباشرة ؟
إعتبر التعجيل الأرضي($g = - 10m/s^2$) ؟

الحل:-
المعطيات($\Delta y=4m$, $\Delta t= 0.8sec$, $g = - 10m/s^2$)
المطلوب($1-\ V_i = ?$, $2-\ V_f = ?$)

1-

$\Delta y = V_i\Delta t + \frac{1}{2}\ g\ \Delta t^2$

$4 = V_i \times 0.8 - \frac{1}{2} \times 10 \times (0.8)^2$

$4 = 0.8V_i - 5 \times 0.64$

$4 = 0.8V_i - 3.2$

$4 + 3.2 = 0.8V_i$

$7.2 = 0.8\ V_i$

$V_i = \frac{7.2}{0.8} = 9\ m/s$

2-

$V_f = V_i + g\ \Delta t$

$V_f = 9 - 10 \times 0.8$

$V_f = 9 - 8$

$= 1 m/s$

((الحركة في بعدين))

((الحركة الأفقية للمقذوفات والمقذوفات بزاوية معينة))

١-لحساب السرعة النهائية للمقذوف بصورة أفقية يجب أولا" حساب المركبة الأفقية للسرعة النهائية والمركبة الشاقولية لها ثم بعد ذلك نطبق نظرية فيثاغورس لإيجاد السرعة النهائية للجسم المقذوف وكما يلي :-

$V_{xf} = V_i \cos \theta$

$V_{yf} = V_i \sin \theta$

$V_f = \sqrt{(v_{xf})^2 + (v_{yf})^2}$

٢-لمعرفة الزاوية التي يسقط بها المقذوف نطبق القانون التالي :-

$\theta = \tan^{-1} \frac{v_{yf}}{v_{xf}}$

٣-لحساب زمن وصول المقذوف إلى أعلى إرتفاع نطبق القانون التالي :-

$t_{rise} = \frac{v_i \sin \theta}{g}$

٤-لحساب الزمن الكلي لطيران المقذوف هناك طريقتان وهما :-

$t_{total} = \frac{2 v_i \sin \theta}{g}$

أو نحسب الزمن لوصول المقذوف إلى أعلى إرتفاع من القانون(t_{rise})والناتج نضربه في (2) أي إن :-

$t_{total} = t_{rise} \times 2$

٥-لحساب أعلى إرتفاع يصله الجسم المقذوف(h_{max})نطبق القانون التالي :-

$h_{max} = \frac{v_i^2 \sin^2 \theta}{2g}$

٦-لحساب المدى الأفقي للجسم المقذوف نطبق إحدى القانونين التاليين :-

$R = \frac{v_i^2 \sin 2\theta}{g}$

أو

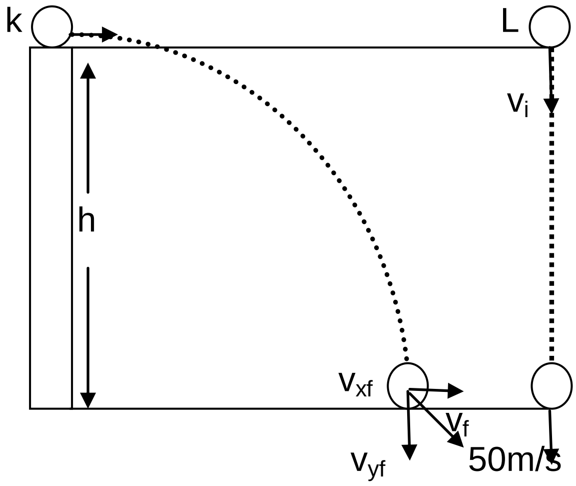
$R = v_i \cos\theta \times t_{total}$

٧-لمعرفة أكبر مدى أفقي ممكن أن تصله القذيفة نطبق القانون التالي :-

$R = \frac{v_i^2}{g}$

ملاحظة:/- $\sin^2 \theta = \sin \theta \times \sin \theta$.

مثال°/:- صــ 45ـــ((قذفت الكرة بسرعة أفقية مقدارها(40m/s)من إرتفاع شاقولي(h)فضربت الأرض بسرعة مقدارها(50m/s)ومن الإرتفاع نفسه قذفت الكرة(L)شاقوليا" نحو الأسفل كما في الشكل أدناه بسرعة إبتدائية(v_i) فضربت سطح الأرض بسرعة مقدارها(50m/s)أيضا" إحسب مقدار السرعة(v_i)للكرة(L) ؟إعتبر التعجيل الأرضي ؟ $(-10m/s^2)$



الحل:-

نحسب أولا" المركبة الشاقولية للسرعة النهائية للكرة(k)

$V_{xf} = V_{xi} = 40m/s$

$V_f^2 = V_{xf}^2 + V_{yf}^2$

$(50)^2 = (40)^2 + V_{yf}^2$

$V_{yf}^2 = 2500 - 1600$

$V_{yf}^2 = 900$

$V_{yf} = -30m/s$

نحسب الآن الإرتفاع الشاقولي(h)للكرة(k)

$V_{yf}^2 = V_{yi}^2 + 2\,g\,y$

$(30)^2 = 0 + 2 \times -10 \times y$

$900 = -20\,y$

$y = -45\,m$

الإشارة السالبة تدل على أن الإزاحة نحو الأسفل فيكون الإرتفاع(h = 45m)وهذا الإرتفاع هو نفسه إرتفاع الكرة(L)

من خلال الإرتفاع نستطيع إيجاد السرعة الإبتدائية للكرة(L)

$V_{yf}^2 = V_{yi}^2 + 2\,g\,y$

$(50)^2 = V_{yi}^2 + 2 \times -10 \times -45$

$2500 = 900V_{yi}^2$

$V_{yi}^2 = 1600$

$V_{yi} = -40m/s$

مثال٦/:- صــ48ـــ((لاعب كرة القدم ركل بقدمه الكرة الموضوعة على سطح الأرض فكانت سرعتها الإبتدائية (20m/s)بزاوية(37°)فوق الأفق . إحسب مقدار :-

١-أعلى إرتفاع تصله الكرة فوق سطح الأرض ؟

٢-الزمن الذي تستغرقه الكرة من لحظة ضربها حتى وصولها إلى قمة مسارها ثم إحسب الزمن الكلي من لحظة ضربها حتى لحظة إصطدامها بسطح الأرض ؟

٣-المدى الأفقي للكرة خلال حركتها من نقطة ضربها حتى لحظة إصطدامها بسطح الأرض ؟
٤-سرعتها قبيل لحظة إصطدامها بسطح الأرض وبأي إتجاه ؟
٥-أكبر مدى ممكن أن تصله الكرة ؟ علما" إن $\sin 37° = 0.6$, $\cos 37° = 0.8$, $\tan^{-1} -3/4 = -37°$, $\sin 74° = 0.96$

الحل:-

المعطيات($v_i = 20m/s$, $\theta = 37°$, $g = 10m/s^2$)

المطلوب($1-h_{max} = ?$, $2-t_{rise} = ?$, $t_{total} = ?$, $3-R = ?$, $4-v_f = ?$, $5- R = ?$)

1-

$$h_{max} = \frac{v_i^2 \sin^2\theta}{2g}$$

$$h_{max} = \frac{(20)^2 \sin^2 37}{2\times10}$$

$$h_{max} = \frac{400\times \sin 37\times\sin 37}{20}$$

$$h_{max} = \frac{400\times0.6\times0.6}{20}$$

$$h_{max} = \frac{144}{20} = 7.2 \text{ m}$$

2-

$$t_{rise} = \frac{v_i \sin\theta}{g}$$

$$t_{rise} = \frac{20\times\sin 37}{10}$$

$$t_{rise} = \frac{20\times0.6}{10}$$

$$t_{rise} = \frac{12}{10} = 1.2 \text{ sec}$$

$$t_{total} = t_{rise} \times 2$$

$$t_{total} = 1.2 \times 2 = 2.4 \text{ sec}$$

3-

$$R = \frac{v_i^2 \sin 2\theta}{g}$$

$$R = \frac{(20)^2 \sin 2\times37}{10}$$

$$R = \frac{400\times\sin 74}{10}$$

$$R = \frac{400\times0.96}{10}$$

$$R = \frac{384}{10} = 38.4\text{m}$$

OR

$$R = v_i \cos\theta \times t_{total}$$

$$R = 20 \times \cos37 \times 2.4$$

$$R = 20 \times 0.8 \times 2.4$$

$$R = 16 \times 2.4$$

$$R = 38.4 \text{ m}$$

4-

$$V_{xf} = V_i \cos\theta$$

$V_{xf} = 20 \times \cos 37$
$V_{xf} = 20 \times 0.8$
$V_{xf} = 16$ m/s

$V_{yf} = V_i \sin \theta$
$V_{yf} = 20 \times \sin 37$
$V_{yf} = 20 \times 0.6$
$V_{yf} = 12$ m/s

$V_f = \sqrt{(v_{xf})^2 + (v_{yf})^2}$
$V_f = \sqrt{(16)^2 + (12)^2}$
$V_f = \sqrt{256 + 144}$
$V_f = \sqrt{400}$
$V_f = 20$ m/s

$\theta = \tan^{-1}\frac{v_{yf}}{v_{xf}}$
$\theta = \tan^{-1}\frac{-12}{16}$
$\theta = \tan^{-1}\frac{-3}{4} = -37°$
الإشارة السالبة تدل على إن الزاوية تقع تحت الأفق
5-
$R = \frac{v_i^2}{g}$
$R = \frac{(20)^2}{10}$
$R = \frac{400}{10}$
R =40 m/s

....

س٣/:- صـ 54ــــ((طائرة تحلق في الجوا بسرعة أفقية(150m/s)وعلى إرتفاع(2000m)فوق سطح الأرض . فإذا سقطت منها حقيبة إحسب :-
١-البعد الأفقي للنقطة التي تصطدم بها الحقيبة على سطح الأرض عن الخط الشاقولي لنقطة سقوطها من الطائرة
٢-مقدار وإتجاه سرعة إصطدام الحقيبة بسطح الأرض ؟علما" إن $g = -10 m/s^2$, $\tan^{-1} - 4/3 = -53°$

الحل:-
المعطيات($v_{xi} = 150 m/s$, $y = 2000 m$, $g = -10 m/s^2$)
المطلوب(1-x = ? , 2- v_f = ? , θ = ?)

1-
$y = \frac{1}{2} g t^2$
$2000 = \frac{1}{2} \times -10 \times t^2$
$2000 = -5 \times t^2$
$t^2 = 2000 / -5$
$= -400$
t = 20 sec

$x = v_{xi} \times t$
$= 150 \times 20$
$= 3000$ m

2-
$V_{xf} = V_{xi} = 150$ m/s
$V_{yf} = gt$
$= -10 \times 20$
$= -200$ m/s
$V_f = \sqrt{(v_{xf})^2 + (v_{yf})^2}$
$V_f = \sqrt{(150)^2 + (-200)^2}$
$V_f = \sqrt{22500 + 40000}$
$V_f = \sqrt{62500}$
$V_f = 250$ m/s

$\theta = \tan^{-1}\frac{v_{yf}}{v_{xf}}$
$\theta = \tan^{-1}\frac{-200}{150}$
$\theta = \tan^{-1}\frac{-4}{3} = -53°$

الإشارة السالبة تدل على إن الزاوية تقع تحت الأفق

....

س١/:-(خارجي)قذفت كرة بسرعة(10m/s)وفي إتجاه يصنع زاوية(53°)فوق الأفق . ما أقصى إرتفاع تصل إليه الكرة ؟وما زمن تحليقها ؟وما المدى الأفقي للكرة ؟ أعتبر $g = 10m/s^2$ ؟علما" إن , Sin 53°=0.8 , Cos 53° =0.6 , Sin106° = 0.96 ؟

الحل:-

المعطيات($V_i = 10m/s$, $\theta = 53°$, $g = 10m/s^2$, Sin53° = 0.8 , Cos 53° =0.6 , Sin106° = 0.96)

المطلوب(1-h_{max} = ? , 2-t_{total} = ? , 3-R = ?)

1-
$h_{max} = \frac{v_i^2 \sin^2\theta}{2g}$
$h_{max} = \frac{(10)^2 \sin^2 53}{2\times10}$
$h_{max} = \frac{100\times \sin 53\times\sin 53}{20}$
$h_{max} = \frac{100\times0.8\times0.8}{20}$
$h_{max} = \frac{64}{20} = 3.2$ m

2-
$t_{total} = \frac{2v_i \sin\theta}{g}$

$t_{total} = \frac{2\times10\times\sin 53}{10}$

$t_{total} = \frac{20\times0.8}{10}$

$t_{total} = \frac{16}{10} = 1.6$ sec

3-

$R = \frac{v_i^2 \sin 2\theta}{g}$

$R = \frac{(10)^2 \sin 2\times53}{10}$

$R = \frac{100\times\sin 106}{10}$

$R = \frac{100\times0.96}{10}$

$R = \frac{96}{10} = 9.6$m

OR

$R = v_i \cos\theta \times t_{total}$

$R = 10 \times \cos53 \times 1.6$

$R = 10 \times 0.6 \times 1.6$

$R = 6 \times 1.6$

$R = 9.6$ m

....

س٢/:-(خارجي)أطلق مدفع يصنع مع الأفق زاوية(30°)قذيفة بسرعة إبتدائية(400m/s)بإهمال مقاومة الهواء .
إحسب :- ١-الزمن اللازم لتصل القذيفة إلى أقصى إرتفاع لها ؟ ٢-زمن وصول القذيفة إلى الهدف ؟
٣-المدى الأفقي للقذيفة ؟ ٤-أقصى إرتفاع تصل إليه القذيفة؟علما" إن $g = 10m/s^2$, Sin 30° =0.5
, Sin 60° = 0.866 , Cos 30°= 0.866 ؟

الحل:-

المعطيات(θ =30° , V_i =400m/s , $g = 10m/s^2$, Sin 30° =0.5 , Sin 60° = 0.866 , Cos 30°= 0.866)

المطلوب($1-t_{rise}$= ? , $2-t_{total}$= ? , 3-R = ? , $4-h_{max}$= ?)

1-

$t_{rise} = \frac{v_i \sin\theta}{g}$

$t_{rise} = \frac{400\times\sin 30}{10}$

$t_{rise} = \frac{400\times0.5}{10}$

$t_{rise} = \frac{200}{10} = 20$ sec

2-

$t_{total} = t_{rise} \times 2$

$t_{total} = 20 \times 2 = 40$ sec

3-

$R = \frac{v_i^2 \sin 2\theta}{g}$

$R = \frac{(400)^2 \sin 2\times30}{10}$

$R = \frac{160000 \times \sin 60}{10}$

$R = \frac{160000 \times 0.866}{10}$

$R = \frac{138560}{10} = 13856\ m$

OR

$R = v_i \cos\theta \times t_{total}$

$R = 400 \times \cos30 \times 40$

$R = 400 \times 0.866 \times 40$

$R = 16000 \times 0.866$

$R = 13856\ m$

4-

$h_{max} = \frac{v_i^2 \sin^2\theta}{2g}$

$h_{max} = \frac{(400)^2 \sin^2 30}{2\times10}$

$h_{max} = \frac{160000 \times \sin 30 \times \sin 30}{20}$

$h_{max} = \frac{160000 \times 0.5 \times 0.5}{20}$

$h_{max} = \frac{40000}{20} = 2000\ m$

....

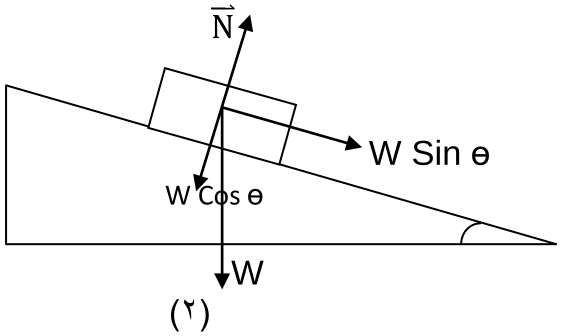
الفصل الثالث

قوانين الحركة(The Laws of Motion)

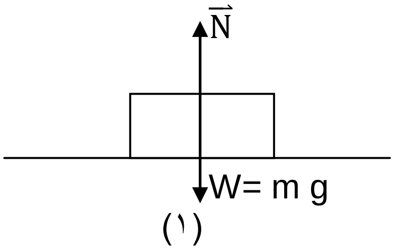
أولاً:-((المسائل التي لا تدخل فيها قوة الإحتكاك))

١-كل جسم متحرك فهو يخضع في حركته لقانون نيوتن الثاني في الحركة وصيغته الرياضية هي $((\sum F = m\,a))$

٢-كل جسم موضوع على سطح(أفقي أو مائل)فإن السطح يؤثر عليه بقوة عمودية نحو الأعلى($\vec{N}$)مقدارها يساوي وزن الجسم(W)نحو الأسفل(في حالة السطح الأفقي)كما في الشكل(١)أو يساوي المركبة العمودية للوزن(W Cos ɵ) نحو الأسفل(في حالة السطح المائل)كما في الشكل(٢) .



(٢)



(١)

٣-وزن الجسم ينتج عن طريق ضرب كتلة الجسم(m) في قيمة التعجيل الأرضي(g) حيث إن :-

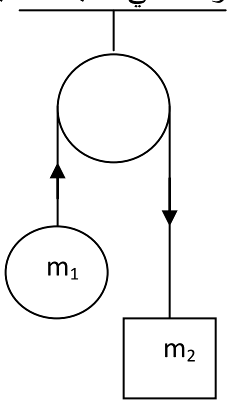
$$W = m\,g$$

٤-عندما يكون الجسم موضوع على سطح مائل يميل بزاوية معينة عن الأفق ففي هذه الحالة يحلل وزن الجسم إلى مركبتين أفقية وعمودية وكما في الشكل(٢) أعلاه .

٥-عندما يكون هناك جسمان متلاصقان ويتحركان بفعل قوة خارجية تؤثر فيهما عندها نعتبرهما ككتلة واحدة ونعمل على هذا الأساس .

٦- عندما يكون هناك جسمان متحركان ويربطهما حبل ، فلسهولة الحل نقوم بأخذ كل جسم على حدة ونحلل القوى المؤثرة عليه ، وعندها ستكون لدينا معادلتان نقوم بحلهما رياضيا" لإيجاد الناتج .

مثال١/:-صـــ71 ــــ((جسمان كتلة أحدهما(2kg)وكتلة الآخر(3kg)معلقين شاقوليا" بطرفي حبل خفيف يمرفوق بكرة مهملة الوزن والإحتكاك لاحظ الشكل أدناه . إحسب مقدار تعجيل الجسمين والشد في الحبل ؟أعتبر ($g=10m/s^2$) ؟



الحل:-

المعطيات($m_1=2kg$, $m_2=3kg$, $g=10m/s^2$)

المطلوب($1-a=?$, $2-T=?$)

نأخذ الجسم الأول(m_1)ونحلل القوى المؤثرة عليه ، ونطبق عليه قانون نيوتن الثاني ، وفي هذه الحالة سيكون صاعدا" نحو الأعلى .

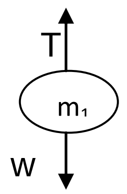
1-

$$\sum F = m\,a$$

$$T - m_1 g = m\,a$$

$$T - 2 \times 10 = 2\,a$$

$$T - 20 = 2\,a \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$



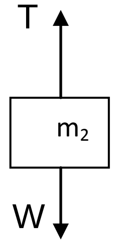
نأخذ الجسم الثاني(m_2)ونحلل القوى المؤثرة عليه ، ونطبق عليه قانون نيوتن الثاني ، وفي هذه الحالة سيكون نازلا" نحو الأسفل .

$$\sum F = m\,a$$

$$m_2 g - T = m\,a$$

$$3 \times 10 - T = 3\,a$$

$$30 - T = 3\,a \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$



بجمع المعادلتين(2 , 1)نحصل على :-

$\not{T} - 20 = 2\,a$

$30 - \not{T} = 3\,a$

بالجمع

$10 = 5\,a$

$a = 10/5 = 2 m/s^2$

نعوض قيمة(a)في إحدى المعادلتين(1 or 2)للحصول على قيمة(T)

2-

$T - 20 = 2\,a$

$T - 20 = 2 \times 2$

$T - 20 = 4$

$T = 4 + 20 = 24\ N$

OR

$30 - T = 3\,a$

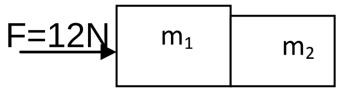
$30 - T = 3 \times 2$

$30 - T = 6$

$T = 30 - 6 = 24\ N$

....

س[١]/:- صــ78ــ((يبين الشكل التالي جسمان(m_1 , m_2)في حالة تماس موضوعان على سطح أفقي أملس كانت كتلة الجسم الأول(m_1=4kg)وكتلة الجسم الثاني(m_2=2kg)فإذا أثرت قوة أفقية (F) مقدارها(12N)تدفع الكتلة(m_1)كما في الشكل . جد مقدار تعجيل المجموعة المؤلفة من الجسمين ؟



الحل:-

المعطيات(m_1=4kg , m_2=2kg , F=12N)

المطلوب(a = ?)

بما إن الجسمان متلاصقان إذا نعتبرهما ككتلة واحدة والتعجيل المستخرج يعتبر تعجيلهما كليهما .

$F = \sum m\,a$

$F = (m_1 + m_2)\,a$

$12 = (4 + 2) \times a$

$12 = 6\,a$

$a = 12/6 = 2 m/s^2$

....

س[٣]/:-صـــ78ـــ((جسم كتلته(1kg)معلق بسقف مصعد بواسطة سلك مهمل الوزن ، إحسب مقدار الشد(T)في السلك عندما يتحرك المصعد :-

a-نحو الأعلى بتعجيل($2m/s^2$) ؟ b-نحو الأسفل بتعجيل($2m/s^2$) ؟علماً" إن $g = 10m/s^2$ ؟

الحل:-

المعطيات(m=1kg , a= $2m/s^2$, g= $10m/s^2$)

المطلوب(T = ? في حالة الصعود وفي حالة النزول)

1-

$\sum F = m\,a$

$T - mg = m\,a$

$T - 1 \times 10 = 1 \times 2$

$T - 10 = 2$

$T = 2 + 10 = 12\ N$

2-

$\sum F = m\,a$

$mg - T = m\,a$

$1 \times 10 - T = 1 \times 2$

$10 - T = 2$

$T = 10 - 2 = 8N$

....

س٤/:-صــ79ــ((قوة أفقية ثابتة مقدارها(20N)أثرت في جسم ساكن كتلته(2kg)موضوع على سطح أفقي أملس

إحسب :-

a-إنطلاق الجسم في نهاية الثانية الأولى من حركته ؟ b-الإزاحة التي قطعها الجسم خلال(3sec)من بدء حركته ؟

الحل:-

المعطيات(F=20N , m=2kg)

المطلوب(a- V_f = ? , t=1sec , b- x = ? , t=3sec)

a-

$\sum F = m\,a$

$20 = 2\,a$

$a = 20 / 2 = 10 m/s^2$

$V_f = V_i + a\,t$

$= 0 + 10 \times 1$

$= 10 m/s$

b-

$X = V_i\,t + 1/2\,a\,t^2$

$= 0 + 1/2 \times 10 \times (3)^2$

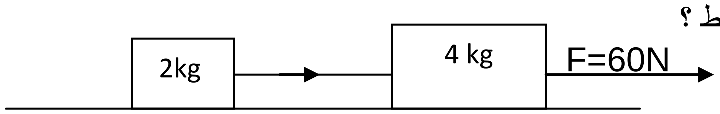
$X = 5 \times 9 = 45\ m$.

....

س١/:-(خارجي)صنوقان متصلان بخيط خفيف كما في الشكل التالي موضوعان على مستوي أفقي عديم الإحتكاك .

فإذا أثرت قوة سحب مقدارها(60N)على الصندوق الأكبر بإتجاه اليمين ، إحسب:-

١-تعجيل المجموعة . ٢-قوة الشد في الخيط ؟



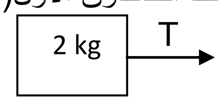
الحل:-

المعطيات(m_1=2kg , m_2=4kg , F = 60N)

المطلوب(1-a = ? , 2-T = ?)

1-

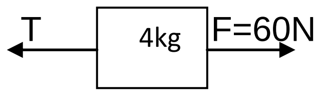
نأخذ الصندوق الأول(2kg) ونحلل القوى المؤثرة عليه .ونطبق عليه قانون نيوتن الثاني .



$\sum F = m\,a$

$T = 2\,a$ ....(1)

نأخذ الصندوق الثاني(4kg) ونحلل القوى المؤثرة عليه .ونطبق عليه قانون نيوتن الثاني .



$\sum F = m\,a$

$F - T = m\,a$

$60 - T = 4\,a$ ....(2)

بجمع المعادلتين(1,2)نحصل على :-

$\cancel{T} = 2\,a$

$60 - \cancel{T} = 4\,a$

بالجمع ————————

$60 = 6\,a$

$a = 60 / 6 = 10 m/s^2$

2-

نعوض قيمة(a)في إحدى المعادلتين(1 , 2)للحصول على قيمة(T)

$T = 2\,a$

$T = 2 \times 10$

$T = 20\ N$

OR

$60 - T = 4\,a$

$60 - T = 4 \times 10$

$60 - T = 40$

$T = 60 - 40 = 20\ N$.

....

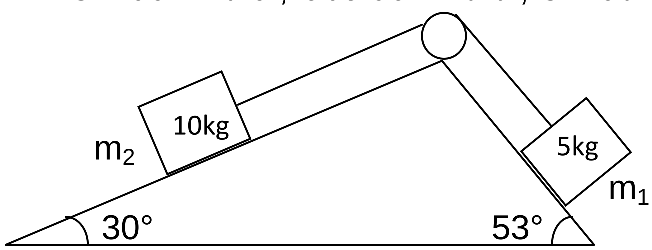
س٢/:-(خارجي)تتحرك الكتلتان(m_1 , m_2)على المستويين المائلين كما في الشكل المجاور وبفرض إن الإحتكاك مهمل تماما" .إجب عما يأتي :-

١-ما هو تعجيل المجموعة ؟ ٢-ما مقدار قوة الشد في الخيط (T) ؟

٣-ما مقدار القوة العمودية(N_1) التي يؤثر بها السطح في الكتلة(m_1=5kg)

٤- ما مقدار القوة العمودية(N_2) التي يؤثر بها السطح في الكتلة(m_2=10kg)؟أعتبر $g = 10 m/s^2$ ؟

علما" إن Sin 53° = 0.8 , Cos 53° = 0.6 , Sin 30° = 0.5 , Cos 30° = 0.866



الحل:-

المعطيات(m_1=5kg , m_2=10kg , θ_1=60° , θ_2=30° ,$g=10 m/s^2$, Sin 53° = 0.8

Cos 53° = 0.6 , Sin 30° = 0.5 , Cos 30° = 0.866)

المطلوب(1- a = ? , 2- T = ? , 3- N_1 = ? , 4- N_2 = ?)

1-

نأخذ الجسم الأول(m_1=5kg)ونحلل القوى المؤثرة عليه ، ونطبق عليه قانون نيوتن الثاني .

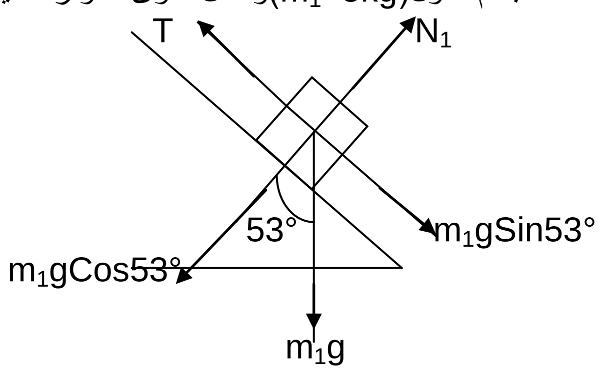
$\sum F = m\,a$

$T - m_1 g \sin\theta = m\,a$

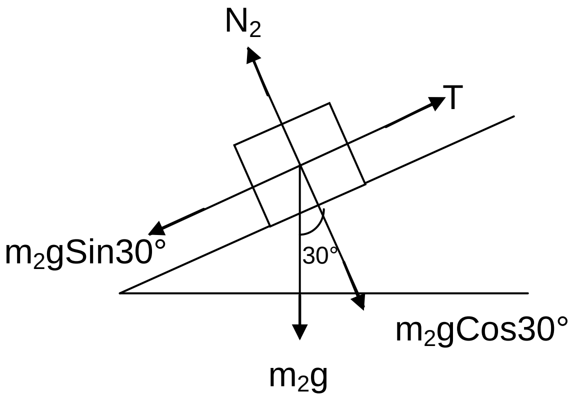
$T - 5 \times 10 \times \sin 53° = 5\,a$

$T - 50 \times 0.8 = 5\,a$

$T - 40 = 5\,a$ …………..(1)



نأخذ الجسم الثاني(m_2=10kg)ونحلل القوى المؤثرة عليه ، ونطبق عليه قانون نيوتن الثاني .



$\sum F = m\,a$

$m_2\, g \,\mathrm{Sin}\,\theta - T = m\, a$

$10 \times 10 \times \mathrm{Sin}\, 30° - T = 10\, a$

$100 \times 0.5 – T = 10\, a$

$50 – T = 10\, a$ ……………………..(2)

بجمع المعادلتين(1, 2)نحصل على :-

$\cancel{T} – 40 = 5\, a$

$50 – \cancel{T} = 10\, a$

بالجمع

$50 – 40 = 15\, a$

$10 = 15\, a$

$a = 10/15 = 0.66\ m/s^2$

2-

نعوض قيمة التعجيل الخطي(a)في إحدى المعادلتين(1,2)لإيجاد قيمة قوة الشد في الخيط

$T – 40 = 5\, a$

$T – 40 = 5 \times 0.66$

$T – 40 = 3.3$

$T = 3.3 + 40 = 43.3\ N$

OR

$50 – T = 10\, a$

$50 – T = 10 \times 0.66$

$50 – T = 6.6$

$T = 50 – 6.6 = 43.4\ N$

3-

$N_1 = m_1 g \mathrm{Cos}\, \theta$

$= 5 \times 10 \times \mathrm{Cos}\, 53°$

$= 50 \times 0.6 = 30\ N$

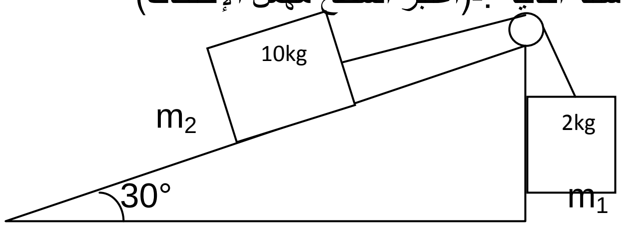
$N_2 = m_2 g \mathrm{Cos}\, \theta$

$= 10 \times 10 \times \mathrm{Cos}\, 30$

$= 100 \times 0.866$

$= 86.6\ N$

س٣/:-أنظر إلى الشكل التالي ثم أجب عن الأسئلة التالية :-(أعتبر السطح مهمل الإحتكاك)



١-ما هو تعجيل المجموعة ؟

٢-ما مقدار قوة الشد في الخيط (T)؟

٣-ما مقدار رد فعل السطح(N_2)على الجسم(10kg) ؟

علما" إن($g=10m/s^2$, Sin 30°=0.5 , Cos 30°=0.866)

الحل:-

المعطيات(m_1=2kg , m_2=10kg , θ = 30° , $g=10m/s^2$, Sin 30°=0.5 , Cos 30°=0.866)

المطلوب(1-a = ? , 2- T_1 , T_2 = ? , 3-N_2 = ?)

1-

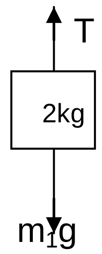
نأخذ الجسم الأول(m_1=2kg)ونحلل القوى المؤثرة عليه ، ونطبق عليه قانون نيوتن الثاني .

$\sum F = m a$

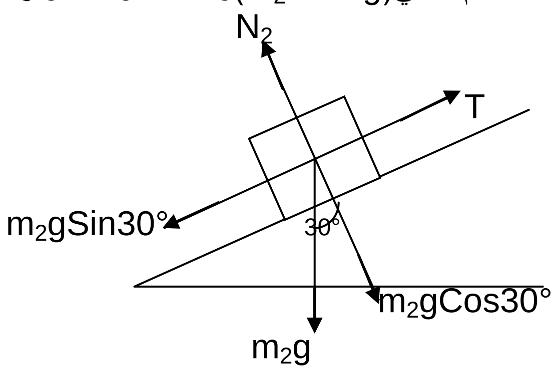
$T - m_1 g = m a$

$T - 2 \times 10 = 2 a$

$T - 20 = 2 a$ ………….(1)



نأخذ الجسم الثاني(m_2=10kg)ونحلل القوى المؤثرة عليه ، ونطبق عليه قانون نيوتن الثاني .



$\sum F = m a$

$m_2 g \sin\theta - T = m a$

$10 \times 10 \times \sin 30° - T = 10 a$

$100 \times 0.5 - T = 10 a$

$50 – T = 10 a$ …………..(2)

بجمع المعادلتين(1, 2)نحصل على :-

$T - 20 = 2 a$

$50 – T = 10 a$

بالجمع

$50 – 20 = 12 a$

$30 = 12 a$

$a = 30/12 = 2.5 m/s^2$

2-

نعوض قيمة التعجيل الخطي(a)في إحدى المعادلتين(1,2)للحصول على قيمة قوة الشد في الخيط .

$T - 20 = 2 a$

$T – 20 = 2 \times 2.5$

$T - 20 = 5$
$T = 5 + 20 = 25$ N
OR
$50 - T = 10\,a$
$50 - T = 10 \times 2.5$
$50 - T = 25$
$T = 50 - 25 = 25$ N
3-
$N_2 = m_2 g \cos \theta$
$= 10 \times 10 \times \cos 30$
$= 100 \times 0.866 = 86.6$ N

....

ثانيا"":-((المسائل التي تدخل فيها قوة الإحتكاك)):-

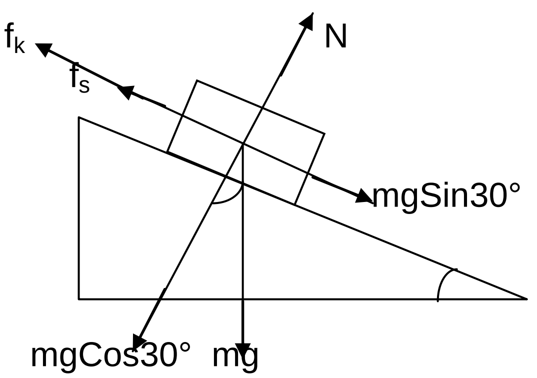
في هذه الحالة نتبع نفس الخطوات السابقة في حل المسائل ولكن يضاف إليها قانونا الإحتكاك السكوني والحركي وهما :-

$f_s = \mu_s N$
$f_k = \mu_k N$

حيث إن :-
f_s:-قوة الإحتكاك السكوني .
f_k:-قوة الإحتكاك الحركي .
μ_s:-معامل الإحتكاك السكوني .
μ_k:-معامل الإحتكاك الحركي .
N:-رد فعل السطح .
معاملا الإحتكاك بدون وحدات .

....

مثال[٣]/:-صــ73ــ((وضع صندوق كتلته(400kg)على سطح مائل خشن ، مسك السطح من أحد طرفيه وجعل يميل عن الأفق ثم زيد ميله تدريجيا" عن المستوى الأفقي وعندما أصبحت زاوية ميل السطح(30°)فوق الأفق كان الصندوق على وشك الإنزلاق إحسب :-
١-قوة الإحتكاك السكوني حينما يوشك الصندوق على الحركة ؟
٢-تعجيل الصندوق إذا كان معامل الإحتكاك الإنزلاقي $\mu_k = 0.1$ ؟علما" إن $g=10 m/s^2$, Sin30°=0.5 Cos 30°=0.866



الحل:-

المعطيات($m=400kg$, $\theta=30°$, $g=10m/s^2$, $Sin30°=0.5$, $Cos\ 30°=0.866$, $\mu_k = 0.1$) .

المطلوب($1-f_s = ?$, $2-a = ?$) .

بما إن الجسم على وشك الحركة إذا" قوة الإحتكاك السكوني تساوي المركبة الأفقية للوزن .

1-

$f_s= mgSin\ \theta$
$= 400 \times 10 \times Sin\ 30°$
$= 4000 \times 0.5$
$= 2000\ N$

2-

بما إن الجسم في حالة حركة فهنا يخضع لقانون نيوتن الثاني

$\sum F = m\ a$
$mgSin\ \theta - f_k = m\ a$
$400 \times 10 \times Sin\ 30° - f_k = 400\ a$
$4000 \times 0.5 - f_k = 400\ a$
$2000 - f_k = 400\ a$ ………………(1)

بما إن

$f_k =\mu_k N$

ومن خلال الرسم فإن

$N = mgCos\ \theta$

إذا" يكون لدينا

$f_k =\mu_k\ mgCos\ \theta$
$= 0.1 \times 400 \times 10 \times Cos\ 30°$
$= 400 \times 0.866$
$= 346.4\ N$

نعوض قيمة(f_k)في المعادلة(1)لتكملة الحل

$2000 - f_k = 400\ a$
$2000 - 346.4 = 400\ a$
$1653.6 = 400\ a$
$a = 1653.6 / 400$
$= 16536 / 4000 = 4.134\ m/s^2$

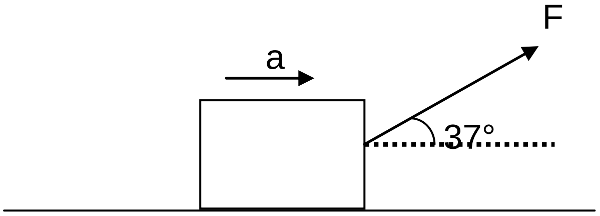
....

مثال٤:/-صــ74ـــ((وضع جسم كتلته(150kg)على سطح أفقي كما موضح في الشكل أدناه ، أثرت فيه قوة ساحبة (300N)تعمل زاوية(37°)فوق الأفق جعلته على وشك الحركة إحسب :-

١-معامل الإحتكاك السكوني بين الجسم والسطح الأفقي ؟

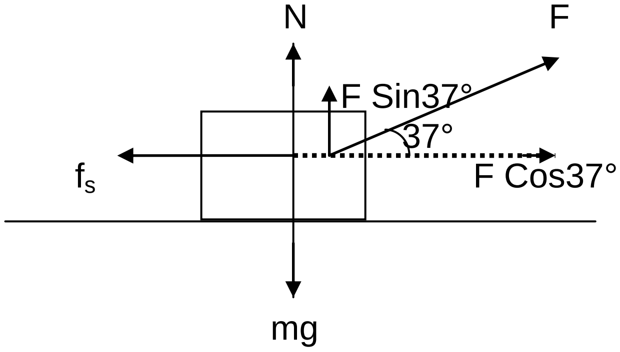
٢-تعجيل الجسم لو تضاعفت القوة المؤثرة فيه ومعامل الإحتكاك الإنزلاقي(الحركي)يكون مقداره($\mu_k=0.1$) ؟

علما" إن($g=10m/s^2$, $Sin37°=0.6$, $Cos37°=0.8$) ؟



الحل:-
المعطيات($m=150kg$, $F=300N$, $ɵ=37°$, $\mu_k=0.1$, $g=10m/s^2$, $Sin37°=0.6$, $Cos37°=0.8$)
المطلوب($1-\mu_s = ?$, $2-a = ?$, $F= 600N$)

يجب أولا" تحليل القوى المؤثرة على الجسم لكي نستطيع إكمال الحل بالشكل الصحيح .



1-
بما إن
$f_s = \mu_s N$
إذا"
$\mu_s = f_s / N$ ....(1)
إذا" يجب أولا" إيجاد كل من(f_s , N)
بما إن الجسم على وشك الحركة إذا" قوة الإحتكاك السكوني تساوي المركبة الأفقية للقوة .

$f_s = F \cos ɵ$
$= 300 \times \cos 37°$
$= 300 \times 0.8$
$= 240$ N
من خلال الرسم فإن
$N = mg - F \sin ɵ$
$= 150 \times 10 - 300 \times 0.6$
$= 1500 - 180$
$= 1320$ N
نعوض قيمة(f_s , N)في المعادلة(1)لإيجاد قيمة(μ_s)

$\mu_s = f_s / N$
$= 240 / 1320$
$= 0.18$

2-
بما إن الجسم بدأ بالحركة إذن نطبق عليه قانون نيوتن الثاني .(علما" بإن القوة قد تضاعفت $F = 600N$)
$\sum F = m a$
$F \cos ɵ - f_k = m a$
$600 \times \cos 37° - f_k = 150 a$
$600 \times 0.8 - f_k = 150 a$
$480 - f_k = 150 a$ ....(2)
بما إن
$f_k = \mu_k N$
ومن خلال الرسم فإن

$N = mg - F \sin \theta$

إذا" يكون لدينا

$f_k = \mu_k \times (mg - F \sin \theta)$

$= 0.1 \times (150 \times 10 - 600 \times \sin 37°)$

$= 0.1 \times (1500 - 600 \times 0.6)$

$= 0.1 \times (1500 - 360)$

$= 0.1 \times 1140$

$= 114\ N$

نعوض قيمة(f_k)في المعادلة(2)لتكملة الحل

$480 - f_k = 150\ a$

$480 - 114 = 150\ a$

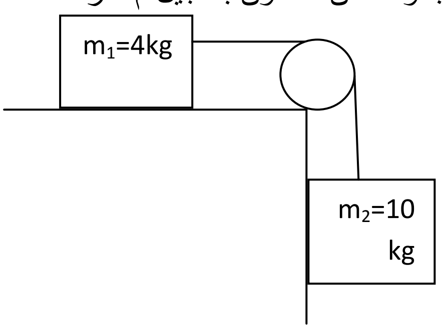
$366 = 150\ a$

$a = 366 / 150$

$= 2.44\ m/s^2$

....

س٢/:-صــ78ــــ((جسم كتلته($m_1 = 4kg$)موضوع على سطح أفقي خشن ويتصل بطرف سلك يمر على بكرة ملساء ومهملة الوزن ومعلق بالطرف الآخر للسلك جسم كتلته($m_2 = 10kg$)وبوضع شاقولي كما مبين في الشكل أدناه إحسب معامل الإحتكاك بين الجسم(m_1)والسطح الأفقي حينما تتحرك المجموعة من السكون بتعجيل مقداره ($6m/s^2$) ؟علما" إن $g=10m/s^2$ ؟

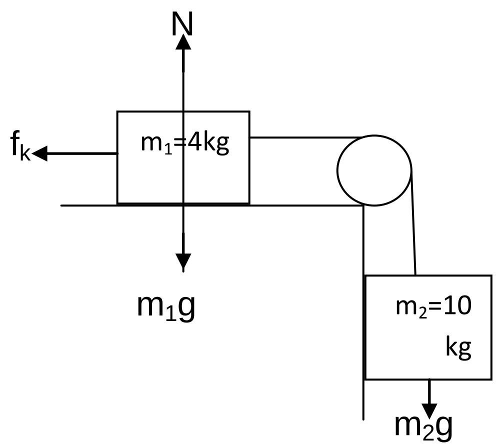


الحل:-

المعطيات($m_1 = 4kg$, $m_2 = 10kg$, $a=6m/s^2$, $g=10m/s^2$)

المطلوب($\mu_k = ?$)

يجب أولا" تحليل القوى المؤثرة على الجسمين(m_1 , m_2) لكي نستطيع إكمال الحل بالشكل الصحيح .



بما إن

$f_k = \mu_k N$

إذا"

$\mu_k = f_k / N \quad ....(1)$

إذا" يجب أولا" إيجاد كل من(f_k , N)

$\sum F = \sum m\ a$

$m_2 g - f_k = (m_1 + m_2) \times a$

$10 \times 10 - f_k = (4 + 10) \times 6$

$100 - f_k = 14 \times 6$

$100 - f_k = 84$

$f_k = 100 - 84 = 16\ N$

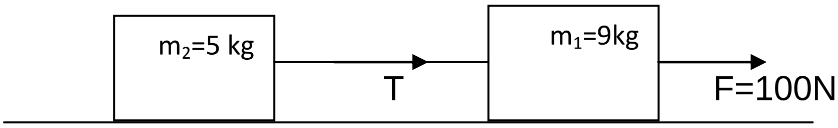
$N = m_1 g$
$= 4 \times 10 = 40\ N$

نعوض قيمة(f_k , N)في المعادلة(1)لإيجاد قيمة(μ_k)

$\mu_k = f_k / N$
$= 16 / 40$
$= 0.4$

....

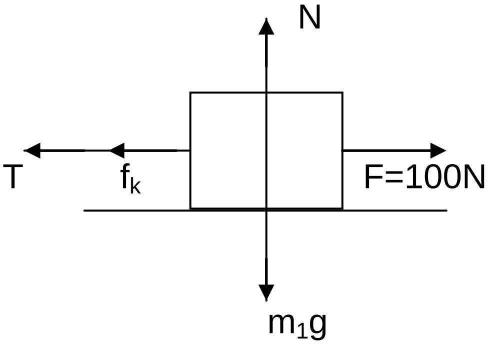
س/١:-(خارجي)جسمان متصلان بخيط خفيف يتحركان على مستوى أفقي خشن كما في الشكل التالي معامل الإحتكاك الحركي بين كل جسم والمستوي(0.3)وكتلة الجسم الأول(9kg)وكتلة الجسم الثاني(5kg)فإذا سحب الجسم الأول بقوة أفقية مقدارها(100N)إحسب :-
١-التعجيل الذي يتحرك به الجسمان ؟ ٢-مقدار الشد في الخيط ؟علما" إن $g=10m/s^2$ ؟



الحل:-
المعطيات(m_1=9kg , m_2=5kg , μ_k=0.3 , g=10m/s²)
المطلوب(1- a = ? , 2- T = ?)

1-
نأخذ الجسم الأول(m_1=9kg)ونحلل القوى المؤثرة عليه ، ونطبق عليه قانون نيوتن الثاني .

$\sum F = m_1\, a$

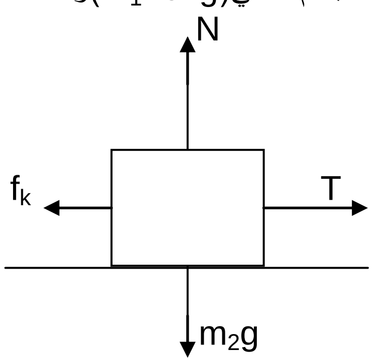


$100 - (f_k + T) = 9\, a$
$100 - f_k - T = 9\ a$ ....(1)
بما إن

$f_k = \mu_k N$

$f_k = 0.3 \times m_1 g$
$= 0.3 \times 9 \times 10$
$= 0.3 \times 90 = 27\ N$
نعوض قيمة(f_k)في معادلة(1)لتكملة الحل
$100 - 27 - T = 9\, a$
$73 - T = 9\, a$ ....(2)
نأخذ الجسم الثاني(m_1=5kg)ونحلل القوى المؤثرة عليه ، ونطبق عليه قانون نيوتن الثاني .

$\sum F = m_2\, a$



$T - f_k = 5\, a$ ....(3)

بما إن

$f_k = \mu_k N$

$f_k = 0.3 \times m_2 g$

$= 0.3 \times 5 \times 10$
$= 0.3 \times 50$
$= 15\ N$

نعوض قيمة(f_k)في معادلة(3)لتكملة الحل

$T - 15 = 5\ a$ ……………………….(4)

بجمع المعادلتين(4 , 2)نحصل على :-

$73 - \cancel{T} = 9\ a$
$\cancel{T} - 15 = 5\ a$

بالجمع

$73 - 15 = 14\ a$
$58 = 14\ a$
$a = 58 / 14$
$= 4.14\ m/s^2$

2-

نعوض قيمة التعجيل الخطي(a)في إحدى المعادلتين(4, 2)للحصول على قيمة قوة الشد(T)

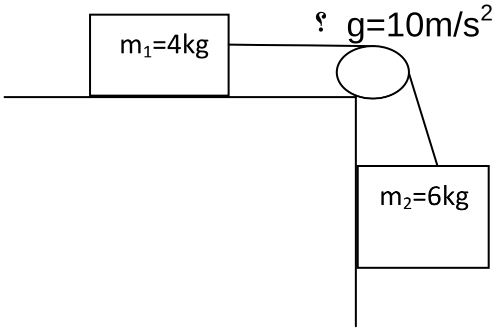
$73 - T = 9\ a$
$73 - T = 9 \times 4.14$
$73 - T = 37.26$
$T = 73 - 37.26$
$= 35.7\ N$

OR

$T - 15 = 5\ a$
$T - 15 = 5 \times 4.14$
$T - 15 = 20.7$
$T = 20.7 + 15$
$= 35.7\ N$

……………………………………………………………………………………………………

س٢/:-(خارجي)في الشكل التالي ، كتلتان($m_1=4kg$, $m_2=6kg$)متصلتان معا" بخيط يمر على بكرة خفيفة ملساء .
فإذا كانت المجموعة تتحرك بتعجيل($0.5 m/s^2$)فإحسب :-
١-قوة الشد في الخيط ؟
٢-قوة الإحتكاك الحركي المؤثرة في الكتلة(m_1) ؟
٣-معامل الإحتكاك الحركي بين الكتلة(m_1)والمستوي ؟علما" إن $g=10m/s^2$ ؟

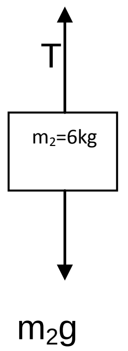


الحل:-

المعطيات($m_1=4kg$, $m_2=6kg$, $a = 0.5m/s^2$, $g=10m/s^2$)

المطلوب(1- T = ? , 2- f_k = ? , 3- μ_k = ?)

1-



لإيجاد قوة الشد في الخيط سنأخذ الكتلة الثانية$(m_2=6kg)$ونحلل القوى المؤثرة عليها .
ونطبق عليها قانون نيوتن الثاني في الحركة .

$\sum F = m_2 a$

$m_2g - T = m_2 a$

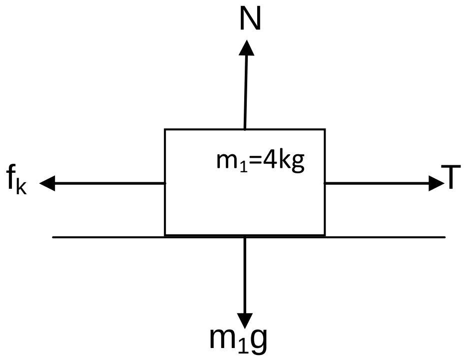
$6 \times 10 - T = 6 \times 0.5$

$60 - T = 3$

$T = 60 - 3 = 57\ N$

2-

لإيجاد قوة الإحتكاك سنأخذ الكتلة الأولى$(m_1=4kg)$ونحلل القوى المؤثرة عليها .
ونطبق عليها قانون نيوتن الثاني في الحركة .



$\sum F = m_2 a$

$T - f_k = m\ a$

$57 - f_k = 4 \times 0.5$

$57 - f_k = 2 \Longrightarrow f_k = 57 - 2 = 55\ N$

3-

$f_k = \mu_k N$

$f_k = \mu_k \times m_1 g$

$55 = \mu_k \times 4 \times 10$

$55 = \mu_k \times 40$

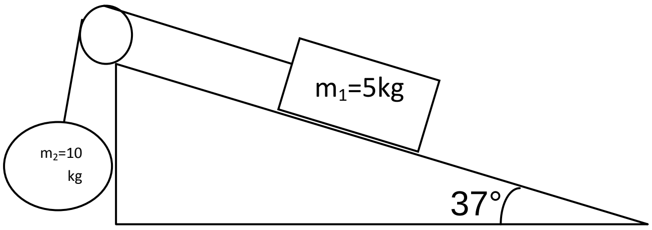
$\mu_k = 55 / 40 = 1.375$

....

س٣/:-(خارجي)في الشكل التالي صندوق كتلته$(m_1=5kg)$موضوع على مستوي خشن يميل على الأفق بزاوية$(37°)$ يتصل بخيط خفيف يمر على بكرة ملساء خفيفة ويتدلى من طرفه الآخر كتلة$(m_2=10kg)$فإذا علمت إن معامل الإحتكاك الحركي بين الصندوق والمستوي(0.2)فاحسب :-

١-مقدار التعجيل الذي تتحرك به المجموعة ؟
٢-قوة الشد في الخيط ؟
٣-رد فعل المستوي على الصندوق ؟

علما" إن$(g=10m/s^2 , m_1=5kg , m_2=10kg , \theta=37° , \mu_k=0.2 , \sin 37°=0.6 , \cos 37°=0.8)$



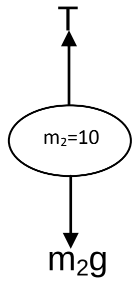
الحل:-

المعطيات($g=10m/s^2$, $m_1=5kg$, $m_2=10kg$,$\theta=37°$, $\mu_k=0.2$, $Sin37°=0.6$,$Cos37°=0.8$)

المطلوب(1- a = ? , 2- T = ? , 3- N = ?)

1-

نأخذ الجسم الأول($m_2=10kg$)ونحلل القوى المؤثرة عليه ، ونطبق عليه قانون نيوتن الثاني .



$\sum F = m_2 a$

$m_2g - T = m_2 a$

$10 \times 10 - T = 10 a$

$100 - T = 10 a$ ……………..(1)

نأخذ الجسم الثاني($m_1=5kg$)ونحلل القوى المؤثرة عليه ، ونطبق عليه قانون نيوتن الثاني .

$\sum F = m_2 a$

$T - f_k - m_1gSin\,\theta = m_1 a$

$T - f_k - 5 \times 10 \times Sin\,37° = 5 a$

$T - f_k - 50 \times 0.6 = 5 a$

$T - f_k - 30 = 5 a$ ………..(2)

بما إن

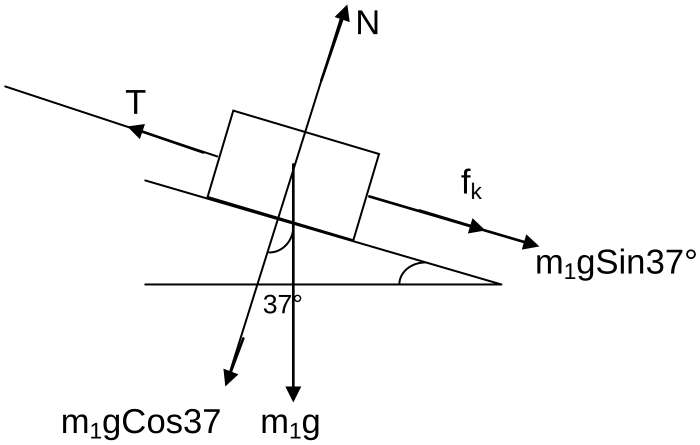
$f_k = \mu_k N$

$= 0.2 \times m_1g\,Cos\,37°$

$= 0.2 \times 5 \times 10 \times 0.8$

$= 0.2 \times 50 \times 0.8$

$= 8$ N



نعوض قيمة(f_k)في المعادلة(2)لتكملة الحل

$T - 8 - 30 = 5 a$

$T - 38 = 5 a$ …………………(3)

بجمع المعادلتين(1,3)نحصل على :-

$100 - \cancel{T} = 10 a$

$\cancel{T} - 38 = 5 a$

بالجمع

$100 - 38 = 15 a$

$62 = 15 a$

$a = 62 / 15 = 4.1\ m/s^2$

2-

نعوض قيمة التعجيل الخطي(a)في إحدى المعادلتين(1,3)للحصول على قيمة قوة الشد في الخيط .

$100 - T = 10\,a$

$100 - T = 10 \times 4.1$

$100 - T = 41$

$T = 100 - 41$

$= 59\ N$

OR

$T - 38 = 5\,a$

$T - 38 = 5 \times 4.1$

$T - 38 = 20.5$

$T = 20.5 + 38$

$= 58.5\ N$

....

الفصل الرابع

الإتزان والعزوم(Torque and Equilibrium)

هناك شرطان لحدوث الإتزان للجسم و هما :-

١-شرط الإتزان الإنتقالي :-ويتحقق هذا الشرط عندما تكون صافي القوى الخارجية تساوي صفر أي إن :-

$\sum F_x = 0 \quad , \quad \sum F_y = 0$

٢-شرط الإتزان الدوراني :- ويتحقق هذا الشرط عندما يكون مجموع العزوم بإتجاه عقارب الساعة يساوي مجموع العزوم بإتجاه عكس عقارب الساعة . أي إن صافي العزوم يساوي صفر .

$\sum \tau = 0$

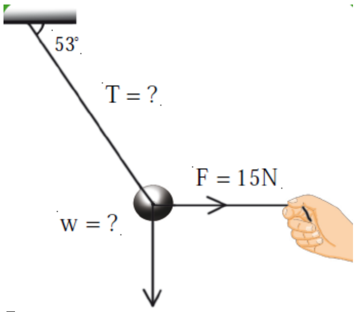
....

ملاحظات لحل المسائل :-

١-يجب رسم مخطط تفصيلي للقوى المؤثرة في الجسم .
٢-تطبيق شرط الإتزان لحل السؤال .
٣-عزم أي قوة بإتجاه عقارب الساعة يكون سالب ↻
٤-عزم أي قوة بإتجاه عكس عقارب الساعة يكون موجب ↺
٥-يكون دائما" ثقل القضيب(الساق)المنتظم في منتصفه .
٦-قانون العزم ينص على $\tau = F\,\ell\,\sin\theta$
يكون العزم أكبر ما يمكن عندما تكون الزاوية(θ)تساوي(90°) .
٧-عند إختيار نقطة لأخذ العزوم حولها من الأفضل إختيار نقطة الدوران عند أحد المجاهيل على أن لا ننسى الإشارات
٨-ذراع عزم القوة :- هو البعد العمودي بين القوة أو خط عملها ومحور العزم .

....

مثال/١:-صـــ83ـــ((في الشكل التالي كرة معلقة بطرف خيط ، سحبت جانبا" بقوة أفقية مقدارها(15N)إحسب مقدار:-
١-قوة الشد في الخيط ؟
٢-وزن الكرة ؟
علما" إن(Sin53°=0.8 , Cos53°=0.6)



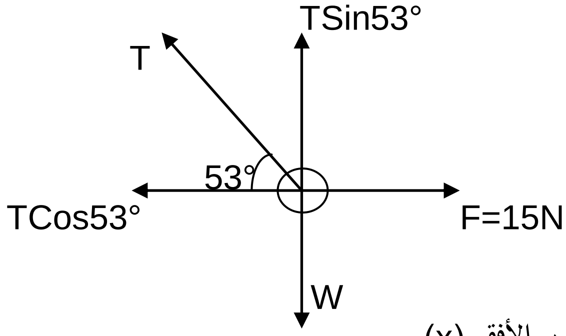
الحل:-

المعطيات(F=15N , Sin53°=0.8 , Cos53°=0.6)

المطلوب(1-T = ? , 2-W = ?)

1-

نقوم بتحليل القوى المؤثرة على الكرة ثم بعد ذلك نطبق شرط الإتزان الإنتقالي ، لأنه لايوجد إتزان دوراني مؤثر في الكرة .



نطبق شرط الإتزان الإنتقالي على المحور الأفقي(x)

$\sum F_x = 0$

$F - TCos53° = 0$

$15 = T \times 0.6$

$T = 15 / 0.6 = 25\ N$

2-

نطبق شرط الإتزان الإنتقالي على المحور الشاقولي(y)

$\sum F_y = 0$

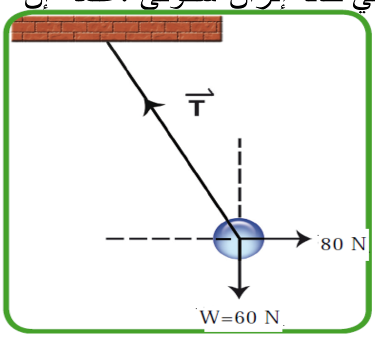
$T\ Sin\ 53° - W = 0$

$25 \times 0.8 = W$

$W = 20\ N$

....

س٦/:-صــ100ــ((أثرت قوة أفقية مقدارها(80N)في جسم كتلته(6kg)معلق بواسطة حبل ، كما في الشكل التالي . ما مقدار وإتجاه قوة الشد (T) التي يؤثر بها الحبل على الجسم المعلق لتبقيه في حالة إتزان سكوني ؟علما" إن $tan^{-1}0.75 = 37°$, Sin37°=0.6 ,Cos37°=0.8 , $g=10m/s^2$ ؟



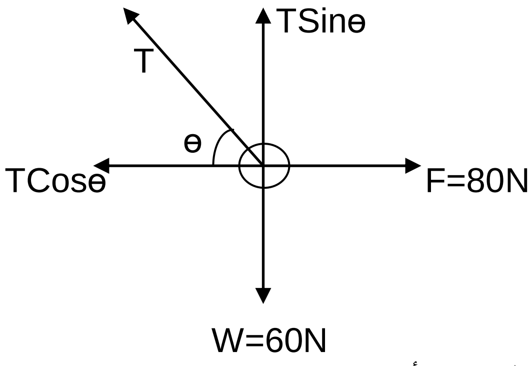
الحل:-

المعطيات(F=80N , m=6kg , $g=10m/s^2$, $tan^{-1}0.75 = 37°$
Sin37°=0.6 ,Cos37°=0.8)

المطلوب(1- θ = ? , 2- T = ?)

1-

نقوم بتحليل القوى المؤثرة على الكرة ثم بعد ذلك نطبق شرط الإتزان الإنتقالي ، لأنه لايوجد إتزان دوراني مؤثر في الكرة .



نطبق شرط الإتزان الإنتقالي على المحور الأفقي(x)

$\sum F_x = 0$

$F - T\cos ɵ = 0$

$T\cos ɵ = 80$ ……………….(1)

نطبق شرط الإتزان الإنتقالي على المحور الشاقولي(y)

$\sum F_y = 0$

$T \sin ɵ - W = 0$

$T \sin ɵ = m\, g$

$T \sin ɵ = 6 \times 10$

$T \sin ɵ = 60$ …………….(2)

بقسمة المعادلة(1) على المعادلة(2) نحصل على :-

$\frac{T \sin ɵ}{T\cos ɵ} = \frac{60}{80}$

$\tan ɵ = \frac{3}{4}$

$ɵ = \tan^{-1} 0.75 = 37°$

2-

نعوض قيمة الزاوية(ɵ)في إحدى المعادلتين(1 or 2)للحصول على قيمة قوة الشد في الخيط(T)

$T\cos ɵ = 80$

$T \times \cos 37° = 80$

$T \times 0.8 = 80$

$T = 80 / 0.8 = 100$ N

OR

$T \sin ɵ = 60$

$T \times \sin 37° = 60$

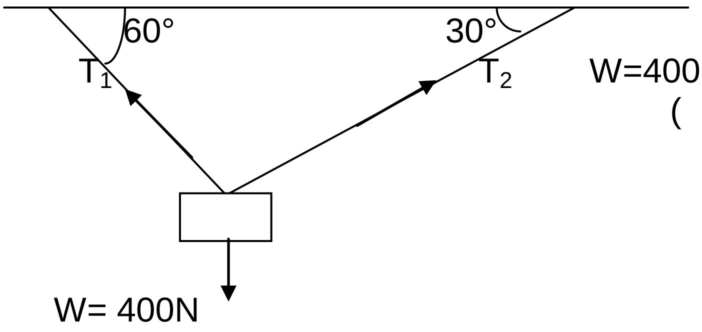
$T \times 0.6 = 60$

$T = 60 / 0.6 = 100$ N

…………………………………………………………………………………………

س١/:-(خارجي)أنظر إلى الشكل التالي ، ثم إحسب قوة الشد في كل خيط ؟علما"إن Sin30°=0.5 ,Sin60°=0.866 , Cos30°=0.866 , Cos60°=0.5 ؟

الحل:-

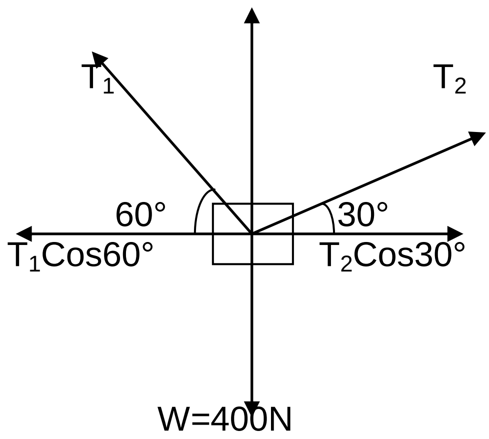


المعطيات($W=400N$,$Sin30°=0.5$,$Sin60°=0.866$
($Cos30°=0.866$, $Cos60°=0.5$
المطلوب($T_1= ?$, $T_2= ?$)

لسهولة الحل نقوم أولا" برسم مخطط للقوى المؤثرة في الجسم المعلق .

1-

$T_1Sin60°$
$T_2Sin30°$



نطبق شرط الإتزان الإنتقالي على المحور الأفقي(x)

$\sum F_x = 0$

$T_2 Cos30° - T_1Cos60° = 0$

$T_2 \times 0.866 - T_1 \times 0.5 = 0$

$0.866\ T_2 = 0.5\ T_1$

$T_1 = \frac{0.866}{0.5} T_2$

$T_1 = 1.732\ T_2$ ……(1)

نطبق شرط الإتزان الإنتقالي على المحورالشاقولي(y)

$\sum F_y = 0$

$T_1Sin60° + T_2Sin30° - 400 = 0$

$T_1Sin60° + T_2Sin30° = 400$

$T_1 \times 0.866 + T_2 \times 0.5 = 400$ ……………..(2)

نعوض معادلة(1)في معادلة(2)نحصل على :-

$1.732\ T_2 \times 0.866 + T_2 \times 0.5 = 400$

$1.5\ T_2 + 0.5\ T_2 = 400$

$2\ T_2 = 400$

$T_2 = 400 / 2 = 200$ N

نعوض قيمة(T_2)في المعادلة(1)نحصل على :-

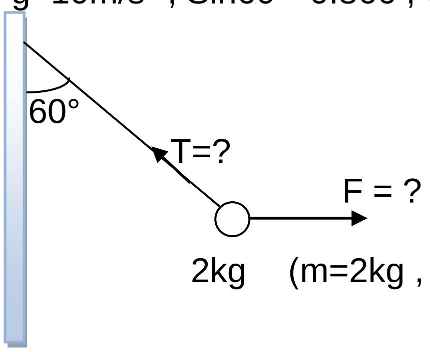
$T_1 = 1.732\ T_2$

$T_1 = 1.732 \times 200$

$T_1 = 346.4$ N

…………………………………………………………………………………

س٢/:-(خارجي)كرة كتلتها(2kg)معلقة بخيط والطرف الآخر للخيط مربوط إلى نقطة من جدار رأسي كما موضح بالشكل التالي ، فإذا شدت الكرة بقوة أفقية(F)حتى أصبحت الزاوية بين الخيط والجدار(60°)إحسب :-
١-قوة الشد في الخيط ؟ ٢-مقدار القوة(F)؟علما" إن $Cos60°=0.5$, $Sin60°=0.866$, $g=10m/s^2$ ؟

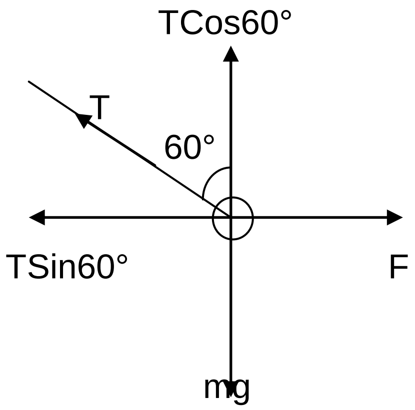


الحل:-

2kg المعطيات($m=2kg$, $ɵ =?$, $g=10m/s^2$, $Sin60°=0.866$, $Cos60°=0.5$)
المطلوب($1-T = ?$, $2- F = ?$)
لسهولة الحل نقوم أولا" برسم مخطط للقوى المؤثرة في الكرة المعلقة .

1-

نطبق شرط الإتزان الأول على المحور الشاقولي(y)



$\sum F_y = 0$

$TCos60° - mg = 0$

$TCos60° = mg$

$T \times 0.5 = 2 \times 10$

$0.5\,T = 20$

$T = 20 / 0.5 = 40N$

2-

نطبق شرط الإتزان الأول على المحور الأفقي(X)

$\sum F_X = 0$

$F - TSin60° = 0$

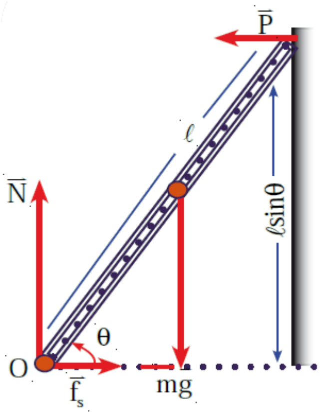
$F = TSin60°$

$F = 40 \times 0.866$

$F = 34.64\ N$

....

مثال٣/:-صـــ91ـــ((سلم منتظم طوله(ℓ)وكتلته(m)يستند على جدار شاقولي أملس لاحظ الشكل التالي ، وكان معامل الإحتكاك السكوني بين السلم والأرض(μ_s=0.4)جد أصغر زاوية(θ)بحيث لا يحصل إنزلاق للسلم ؟



الحل:-

أولا":-نطبق الشرط الأول للإتزان على المحور الأفقي(x)للسلم فيكون

$\sum F_X = 0$

$f_s - P = 0$

$P = f_s$

بما إن $f_s = \mu_s N$

إذن $P = \mu_s N$.......(1)

ثانيا":- نطبق الشرط الأول للإتزان على المحور الشاقولي(y)للسلم فيكون

$\sum F_y = 0$

$N - mg = 0$

$mg = N$ ....(2)

بقسمة المعادلة(1)على المعادلة(2)نحصل على :-

$$\frac{P}{mg} = \frac{\mu_s\ N}{N}$$

$$\frac{P}{mg} = \mu_s$$

$$\frac{mg}{P} = \frac{1}{\mu_s} \quad ....(3)$$

ثالثا":-نطبق الشرط الثاني للإتزان على السلم فيكون

$\sum \tau = 0$

$P\ell\ \sin\theta - mg(\ell/2\ \cos\theta) = 0$

$P\ell\ \sin\theta - mg\ell/2\ \cos\theta = 0$ ………………..(4)

بقسمة طرفي المعادلة(4)على(Cosɵ)نحصل على :-

$P\ell \frac{\sin\theta}{\cos\theta} - mg\ell/2 \frac{\cancel{\cos\theta}}{\cancel{\cos\theta}} = 0$

$P\ell\ \tan\theta - mg\ell/2 = 0$

$P\ell\ \tan\theta = mg\ell/2$

$\tan\theta = mg\ell/2\ /\ P\ell$

$\tan\theta = mg\ell/2 \times 1/\ P\ell$

$\tan\theta = \frac{mg}{2P}$ …………………………..(5)

نعوض المعادلة(3)في المعادلة(5)نحصل على :-

$\tan\theta = \frac{1}{2\mu_s}$

$\tan\theta = \frac{1}{2\times0.4}$

$\tan\theta = \frac{1}{0.8}$

$\tan\theta = 1.25$

$\theta = \tan^{-1} 1.25$

$= 51.3°$

……



س3/ يقف صباغ على ارتفاع (3m) من الأرض فوق سلم منتظم طوله(5m) يستند طرفه الأعلى على جدار شاقولي عند نقطة تبعد (4.7m) عن سطح الأرض. لاحظ الشكل المجاور ، فإذا كان وزن الصباغ (680N) ووزن السلم (120N) وعلى فرض عدم وجود احتكاك بين السلم والجدار جد قوة الاحتكاك (f_s) بين الأرض والطرف الأخر للسلم .

الجواب: بما ان السلم منتظم فان مركز ثقله يقع في المنتصف .

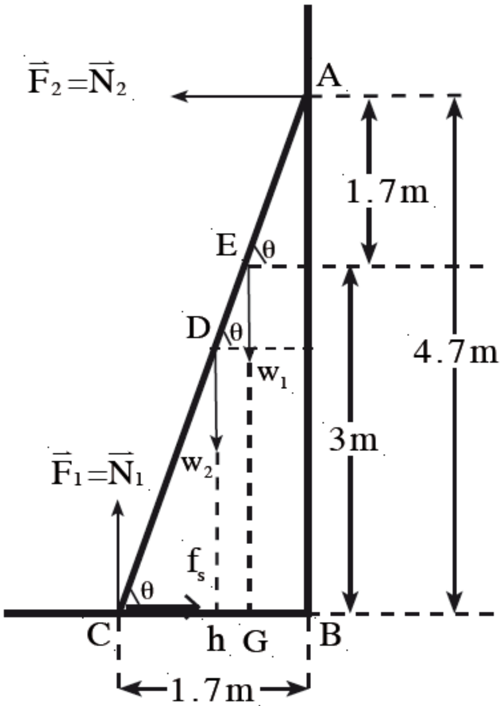
$$(AC)^2 = (AB)^2 + (BC)^2$$

$$(5)^2 = (4.7)^2 + (BC)^2 \Rightarrow BC = 1.7m$$

من تشابه المثلثين ABC و CGE

$$\tan\theta = \frac{4.7}{1.7} = \frac{3}{CG} \Rightarrow CG = 1.1m$$

$$\cos\theta = \frac{1.7}{5} = \frac{Ch}{2.5} \Rightarrow Ch = 0.85m$$



بما ان النظام متزناً فهو في حالة اتزان سكوني يجب ان يكون في حالة اتزان انتقالي واتزان دوراني في الوقت نفسه ويتحقق شرطا الاتزان:-

1) $\Sigma \vec{F}_{net} = 0$ 2) $\Sigma \vec{\tau}_{net} = 0$

نأخذ العزوم في نقطة (C)

$$F_2(AB) = w_1(CG) + w_2(Ch)$$

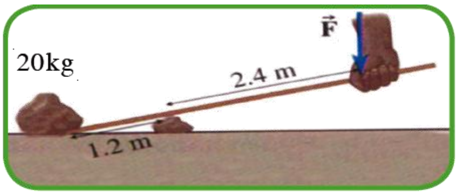
$$F_2(4.7) = 680 \times 1.1 + 120 \times 0.85$$

$$F_2 \times 4.7 = 748 + 102$$

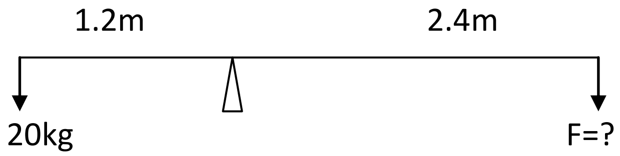
$$\therefore F_2 = \frac{850}{4.7} \simeq 180N$$

$f_s = F_2 \simeq 180N$ قوة الاحتكاك

س١/:- ما مقدار القوة(F) التي يجب أن يؤثر فيها العامل في العتلة كي يستطيع رفع ثقل كتلته(20kg) المبين في الشكل المجاور؟علما" إن $g=10m/s^2$ ؟



الحل:-



نطبق شرط الإتزان الثاني على العتلة فيكون

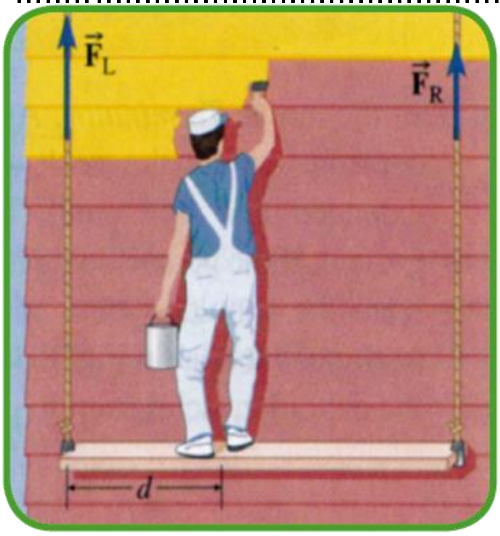
$F \times \ell = W \times \ell$

$F \times 2.4 = m\, g \times 1.2$

$F \times 2.4 = 20 \times 10 \times 1.2$

$2.4\, F = 240$

$F = 240 / 2.4 = 2400 / 24 = 100N$



س2/ صباغ دور يقف فوق لوح منتظم يتزن افقياً كما مبين في الشكل المجاور، وهو معلق من طرفيه بحبلين قوة الشد فيهما $\vec{F}_L$ و $\vec{F}_R$ ومقدار كتلة الصباغ (75kg) وكتلة اللوح (20kg). فاذا كانت المسافة من الطرف الايسر للوح الى موضع وقوف الصباغ هي (d = 2m) ، وان الطول الكلي للوح (5m)

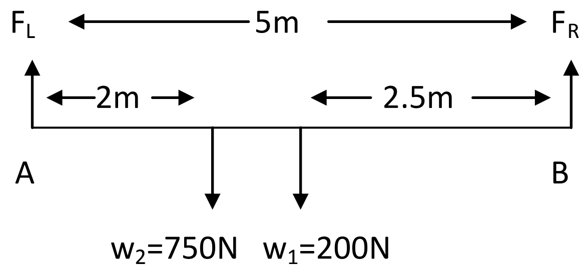
جد:

a) مقدار القوة $\vec{F}_L$ المؤثرة بوساطة الحبل الأيسر في اللوح.

b) مقدار القوة $\vec{F}_R$ المؤثرة بوساطة الحبل الأيمن في اللوح .

علما" إن $g = 10m/s^2$ ؟

الحل:-



نطبق شرط الإتزان الأول على المحورالشاقولي(y) فيكون

$\sum F_y = 0$

$F_L + F_R = w_1 + w_2$

$F_L + F_R = 200 + 750$

$F_L + F_R = 950$ ....(1)

نختار النقطة(B)مركزا" للعزوم ونطبق الشرط الثاني للإتزان فيكون

$F_L \times 5 = 200 \times 2.5 + 750 \times 3$

$5 F_L = 500 + 2250$

$5 F_L = 2750$

$F_L = 2750 / 5 = 550$ N

نعوض قيمة(F_L)في معادلة(1)نحصل على :-

$F_L + F_R = 950$

$550 + F_R = 950$

$F_R = 950 – 550 = 400$ N

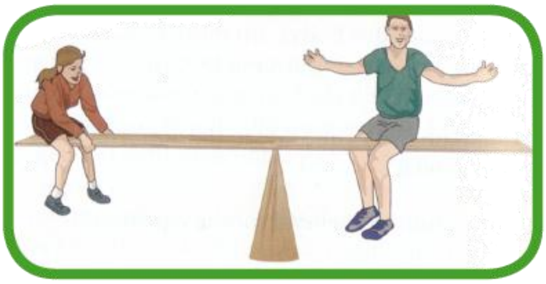
ملاحظة/:-يمكن أن يحل السؤال بأخذ النقطة(A)مركزا" للعزوم .

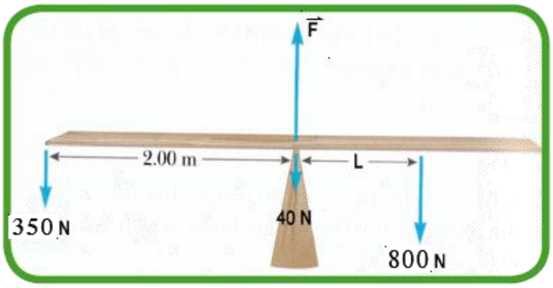
....

س4/ يجلس ولدان على لوح متجانس مثبت من منتصفه بدعامة كما مبين في الشكل المجاور . فإذا كان وزن اللوح (40N) ويؤثر في منتصفه، وكان وزن الولد الأول (350N) والولد الثاني(800N) ، جد ما يلي:

a) القوة العمودية $F_{\perp}$ التي تؤثر بها الدعامة في اللوح.

b) البعد L المبين في الشكل، كي يتزن اللوح افقياً.





الحل:-

نطبق شرط الإتزان الأول على المحورالشاقولي(y)فيكون

$\sum F_y = 0$

$F = w_1 + w_2 + w_3$

$F = 350 + 800 + 40$

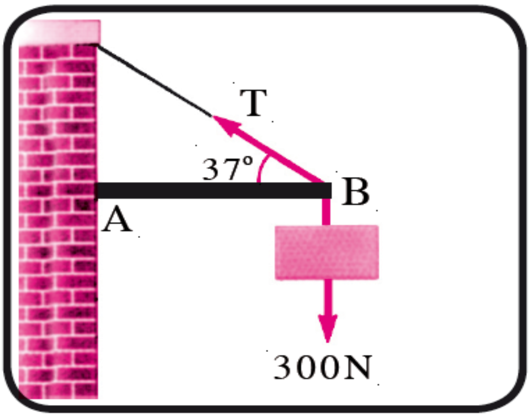
$F = 1190$ N

نطبق الشرط الثاني للإتزان فيكون

$\sum \tau = 0$

$w_1 \times L_1 = w_2 \times L_2$
$350 \times 2 = 800 \times L_2$
$700 = 800\ L_2$
$L_2 = 700/800 = 0.875\ m = L$

س5/ لوح أفقي مهمل الوزن طوله (6m) يبرز من جدار بناية وطرفه السائب مربوط بحبل إلى جدار ويصنع زاوية (37°) مع الأفق. كما مبين في الشكل المجاور علق في طرفه السائب ثقل مقداره (300N)ما مقدار:

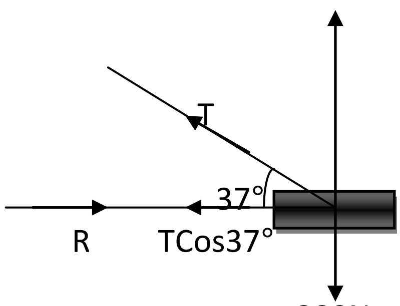


a) قوة الشد T في حبل الربط .

b) رد فعل الجدار R على امتداد اللوح .

علما" إن (Sin37°=0.6 , Cos37°=0.8)

نطبق الشرط الأول للإتزان على المحور الشاقولي(y)فيكون



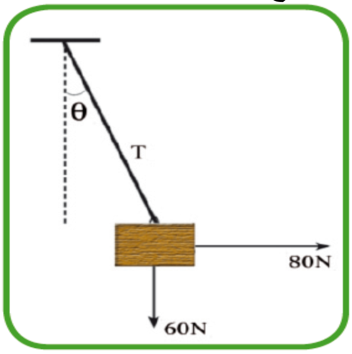
$\sum F_y = 0$
$TSin37° - w = 0$
$T \times 0.6 = 300$
$T = 300 / 0.6$
$T = 3000 / 6$
$T = 500\ N$

نطبق الشرط الأول للإتزان على المحور الأفقي(X)فيكون

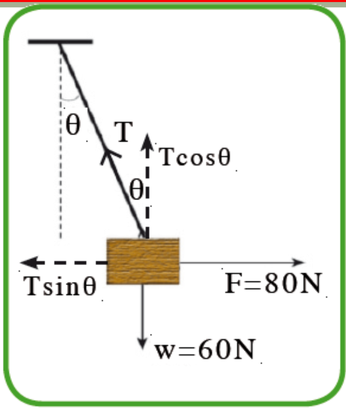
$\sum F_x = 0$
$R - Tcos37° = 0$
$R = 500 \times 0.8$
$R = 400\ N$

س٣/:-(خارجي ،إختيار رقم(٧)من أسئلة الفصل)صندوق يزن(60N)معلق بواسطة حبل في مسند رأسي كما في الشكل التالي ، فإذا أثرت فيه قوة أفقية مقدارها(80N)فما مقدار الزاوية التي يصنعها الحبل مع الشاقول ؟

علما" إن $tan^{-1}1.3=53°$ ؟



الحل:-



نطبق شرط الإتزان الأول على المحور الأفقي(x)فيكون

$\sum F_x = 0$

$TSin\theta = 80$

$Sin\theta = \frac{80}{T}$ ....(1)

نطبق شرط الإتزان الأول على المحور الشاقولي(y)فيكون

$\sum F_y = 0$

$TCos\theta = 60$

$Cos\theta = \frac{60}{T}$ ....(2)

بقسمة المعادلة(1)على المعادلة(2)نحصل على :-

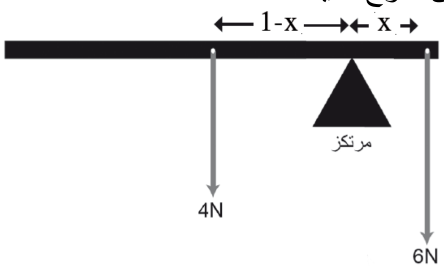
$\frac{Sin\,\theta}{Cos\,\theta} = \frac{\frac{80}{T}}{\frac{60}{T}}$

$\tan\theta = \frac{80}{T} \times \frac{T}{60} = \frac{8}{6} = 1.3$

$\theta = \tan^{-1} 1.3 = 53°$

....

س٤:-(خارجي إختيار رقم(٨)من أسئلة الفصل)لوح متجانس وزنه(4N)وطوله(2m)معلق في أحد طرفيه جسم وزنه (6N)كما في الشكل التالي ، على أي بعد يجب وضع المرتكز لكي يتزن اللوح أفقيا" ؟



الحل:-

نطبق الشرط الثاني للإتزان على اللوح فيكون

$\sum \tau = 0$

$w_1 \times L_1 = w_2 \times L_2$

$6 \times X = 4 \times (1 - X)$

$6\,X = 4 - 4\,X$

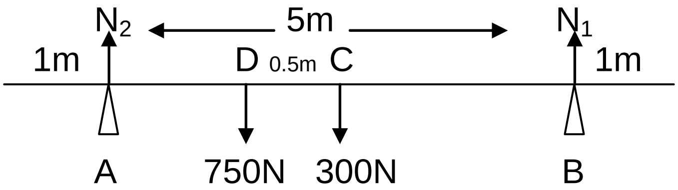
$6\,X + 4\,X = 4$

$10\,X = 4$

$X = 4 / 10 = 0.4m$

....

س٥/:-(خارجي)يستقر لوح خشبي متزنا" على دعامتين تؤثران فيه عند(A , B)كما في الشكل التالي ، إذا كان طول اللوح(5m)ووزنه(300N)يؤثر في منتصفه عند(C)ووقف رجل وزنه(750N)فوق اللوح عند النقطة(D) .إحسب القوة العمودية(N)التي تؤثر بها كل دعامة في اللوح ؟



الحل:-

نطبق شرط الإتزان الأول على المحور الشاقولي(y)فيكون

$\sum F_y = 0$

$N_1 + N_2 = 750 + 300$

$N_1 + N_2 = 1050$ ………………(1)

نطبق شرط الإتزان الثاني على اللوح ونختار النقطة(A)مركزا" للعزوم فيكون

$\sum \tau = 0$

$N_1 \times 3 = 300 \times 1.5 + 750 \times 1$

$3\ N_1 = 450 + 750$

$3\ N_1 = 1200$

$N_1 = 1200 / 3 = 400N$

نعوض قيمة(N_1)في المعادلة(1)لإستخراج قيمة(N_2)

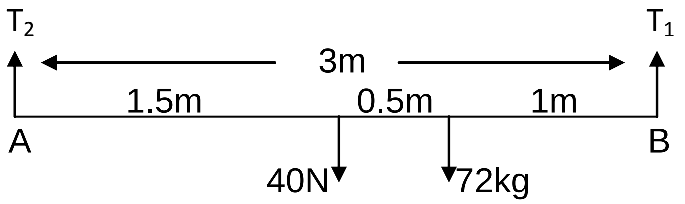
$N_1 + N_2 = 1050$

$400 + N_2 = 1050$

$N_2 = 1050 - 400 = 650N$

………………………………………………………………………………………………

س٦/:-(خارجي)لوح منتظم من الخشب طوله(3m)ووزنه(40N)علق في وضع أفقي بواسطة حبلين رأسيين مربوطين عند طرفيه كما الشكل التالي ، فإذا وقف شخص كتلته(72kg)على بعد(1m)من إحدى طرفيه ، جد قوة الشد في كلا الحبلين ؟ أعتبر $g = 10m/s^2$ ؟



الحل:-

نطبق شرط الإتزان الأول على المحور الشاقولي(y)فيكون

$\sum F_y = 0$

$T_1 + T_2 = 72 \times 10 + 40$

$T_1 + T_2 = 720 + 40$

$T_1 + T_2 = 760$ ………………(1)

نطبق شرط الإتزان الثاني على اللوح ونختار النقطة(A)مركزا" للعزوم فيكون

$\sum \tau = 0$

$T_1 \times 3 = 72 \times 10 \times 2 + 40 \times 1.5$

$3\ T_1 = 1440 + 60$

$3\ T_1 = 1500$

$T_1 = 1500 / 3 = 500N$

نعوض قيمة(T_1)في المعادلة(1)لإستخراج قيمة(T_2)

$T_1 + T_2 = 760$

$500 + T_2 = 760$

$T_2 = 760 - 500 = 260N$

الفصل الخامس

الشغل والقدرة والطاقة والزخم

(Work , Power , Energy and Momentum)

((الشغل))

أولا" :- شغل قوة السحب أو الدفع أو الرفع وقانونه هو :-

$$W = F . X \cos\theta$$

حيث إن :-

W:-الشغل ويقاس بوحدات(جول ، J) .

F:-القوة وتقاس بوحدات(نيوتن ، N) .

X:-الإزاحة أو المسافة وتقاس بوحدات(متر ، m) .

θ:-الزاوية المحصورة بين القوة والإزاحة .

ملاحظات هامة :-

١)إذا كانت القوة(F)عمودية على الإزاحة(X)أي($\theta = 90°$)فإن($W = 0$)أي إن القوة لا تبذل شغلا" .

٢) إذا كانت القوة(F)في نفس إتجاه الإزاحة(X)أي($\theta = 0°$)فإن($W = F . X$)أي إن قيمة الشغل تكون أكبر ما يمكن .

٣)إذا أثرت قوة على جسم ولم تحركه من مكانه فإن هذه القوة لا تبذل شغلا" لأن($X = 0$) .

ثانياً :- شغل قوة الإحتكاك الحركي(f_k) وقانونها هو :-

$$W = - f_k . X$$

ملاحظة:- الإشارة السالبة تدل على إن قوة الإحتكاك الحركي معاكسة لإتجاه حركة الجسم ، فشغل قوة الإحتكاك يكون دائما" سالب .

مثال 1

رجل يسحب مكنسة كهربائية بقوة تساوي $F = 50\,N$ بزاوية 30^0 مع الافق لاحظ شكل (7) احسب الشغل المنجز من قبل القوة على المكنسة الكهربائية عند تحريكها ازاحة مقدارها 3m باتجاه اليمين .



الشكل (7)

علما" إن(Cos30°= 0.866)

الحل:-

المعطيات(F = 50N , ɵ = 30° , X = 3m , Cos30°= 0.866)

المطلوب(W = ?)

$W = F . X\ Cos\theta$

$W = 50 \times 3 \times Cos30°$

$W = 150 \times 0.866$

$W = 129.9\ J$

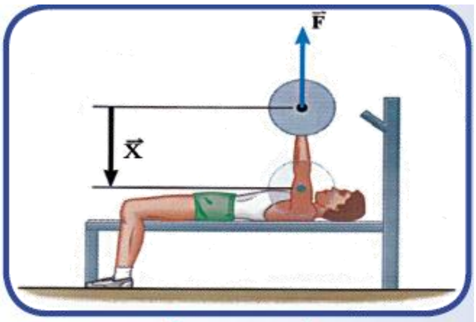
مثال 2

يبين الشكل (8a) رافع الاثقال الذي يحمل الاثقال التي مقدارها 710N . وفي الشكل (8b) يبين انه يرفع الاثقال لازاحة مقدارها 0.65m الى الاعلى وفي الشكل (8c) يخفض الثقل الى الاسفل بالازاحة نفسها .

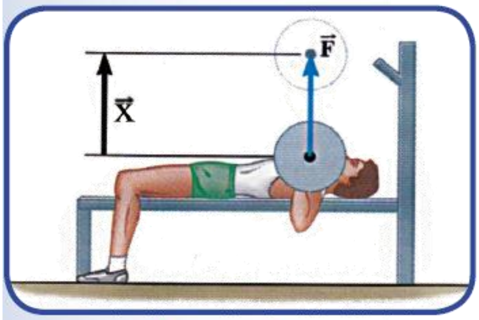
فاذا كانت عملية رفع وخفض الاثقال تمت بسرعة ثابتة فاوجد الشغل المنجز على الاثقال من قبل رافع الاثقال في حالة : a) رفع الاثقال . b) خفض الاثقال .



الشكل (8a)



الشكل (8c)



الشكل (8b)

الحل:-

المعطيات(F = 710N , X = 0.65m , Cos 0 = 1 , Cos 180 = -1)

المطلوب(a-W = ? , ɵ = 0 , b- W = ? , ɵ = 180°)

a- $W = F . X\ Cos\theta$

$W = 710 \times 0.65 \times Cos0°$

$W = 710 \times 0.65 \times 1$

$W = 461.5\ J$

b- $W = F . X\ Cos\theta$

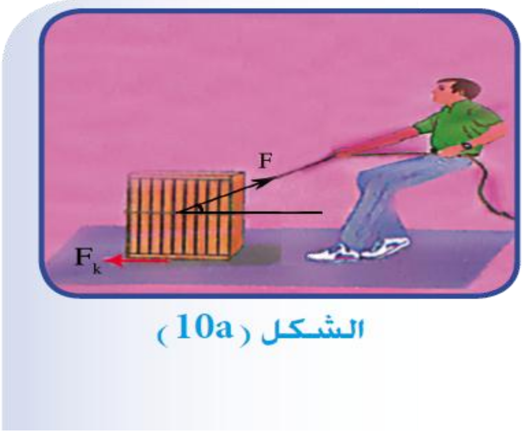
$W = 710 \times 0.65 \times Cos180°$

$W = 710 \times 0.65 \times -1$

$W = -461.5\ J$

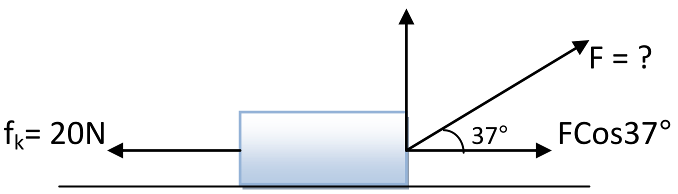
مثال 3

يسحب شخص صندوقاً على سطح افقي خشن بسرعة ثابتة بتاثير قوة الشد $\vec{F}$ والتي تصنع زاوية قياسها 37^0 مع المحور الافقي (X) وتحركه ازاحة مقدارها 5m لاحظ الشكل (10a). فاذا كانت قوة الاحتكاك الانزلاقي f_k بين الصندوق والسطح تساوي 20N . ما مقدار قوة الشد $\vec{F}$ وما مقدار الشغل المنجز بوساطة قوة الشد ؟



الشكل (10a)

وما مقدار شغل قوة الإحتكاك ؟ علما" إن($Cos37° = 0.8$)



الحل:-

المعطيات($X = 5m$, $\theta = 37°$, $Cos37° = 0.8$, $f_k = 20N$)

المطلوب($1-\ F = ?$, $2-\ W_F = ?$, $3-\ W_{f_k} = ?$)

1-

بما إن الصندوق يتحرك بسرعة ثابتة فهو يخضع لقانون نيوتن الأول فيكون

$\sum F_X = 0$

$F\ Cos37° - f_k = 0$

$F \times 0.8 = 20$

$F = 20 / 0.8 = 25N$

2-

$W_F = F . X\ Cos37°$

$W_F = 25 \times 5 \times 0.8$

$W_F = 125 \times 0.8$

$W_F = 100\ J$

3-

$W_{f_k} = - f_k . X$

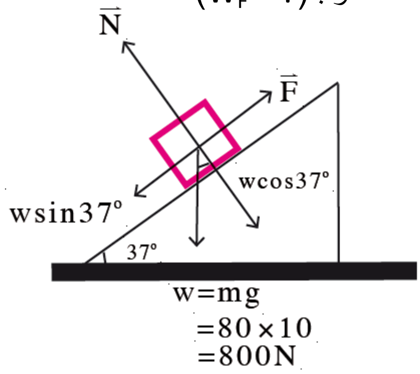
$W_{f_k} = - 20 \times 5$

$W_{f_k} = - 100\ J$

س4/ دفع صندوق شحن كتلته 80kg مسافة 3.5m الى أعلى سطح مائل (يفترض انه مهمل الاحتكاك) يميل بزاوية قدرها 37^o بالنسبة للافق . ما مقدار الشغل المبذول في دفع صندوق الشحن ؟ أفرض إن صندوق الشحن يدفع بسرعة ثابتة المقدار . علما" إن($g = 10m/s^2$, $Sin37° = 0.6$, $Cos37° = 0.8$, $Cos0° = 1$)

الحل:-
المعطيات($g = 10m/s^2$, $Sin37° = 0.6$, $Cos37° = 0.8$, $m = 80kg$, $X = 3.5m$, $Cos0° = 1$)
المطلوب($W_F = ?$)

بما إن الجسم يدفع بسرعة ثابتة فهو يخضع لقانون نيوتن الأول فيكون



$\sum F_X = 0$
$F - W \, Sin37 = 0$
$F = 800 \times 0.6$
$F = 480N$

$W_F = F . X \, Cos\theta$
$W_F = 480 \times 3.5 \times Cos0$
$W_F = 1680 \times 1$
$W_F = 1680 \, J$

س3/ انزلقت سيارة كتلتها 1250kg فوصلت الى حالة السكون بعد ان قطعت مسافة 36m ما مقدار قوة الاحتكاك بين اطاراتها المنزلقة الاربع و سطح الطريق اذا كان معامل الاحتكاك الانزلاقي 0.7 ؟ ما مقدار الشغل الذي بذلته قوة الاحتكاك على السيارة ؟ علما" إن($g=10m/s^2$)

الحل:-
المعطيات($m=1250kg$, $X =36m$, $\mu_k = 0.7$, $g=10m/s^2$)
المطلوب($W_{f_k} = ?$)

$f_k = \mu_k N$
$f_k = 0.7 \times m \, g$
$f_k = 0.7 \times 1250 \times 10$
$f_k = 0.7 \times 12500$
$f_k = 8750 \, N$

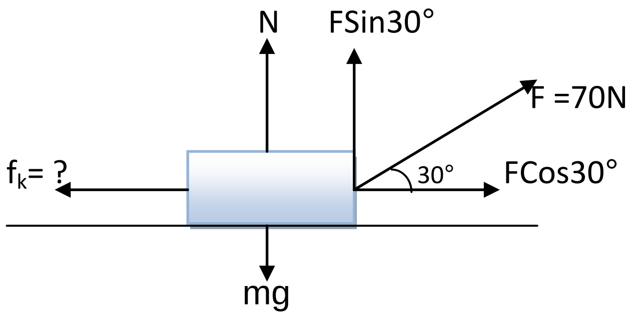
$W_{f_k} = - f_k . X$
$W_{f_k} = - 8750 \times 36$
$W_{f_k} = - 315000 \, J$

س[١]/:-(خارجي)رجل يسحب صندوقا" كتلته(10kg)على سطح أفقي خشن بقوة ثابتة مقدارها(70N)وتصنع زاوية مقدارها(30°)مع الأفق ، وتحركت لمسافة(5m)فإذا كان معامل الإحتكاك الحركي(0.3)فاحسب :-
١-الشغل الذي يبذله الرجل ؟ ٢-شغل قوة الإحتكاك ؟ أعتبر $g=10m/s^2$ ؟ Sin30°=0.5 ,
Cos30° = 0.866

الحل:-

المعطيات(m=10kg , F=70N , ɵ = 30° , X = 5m , μ_k=0.3 , g =$10m/s^2$, Sin30°=0.5 , Cos30° = 0.866)

المطلوب(1- W_F = ? , 2- W_{f_k} = ?)



1-

$W_F = F \cdot X \cos\theta$

$W_F = 70 \times 5 \times \cos 30$

$W_F = 350 \times 0.866$

$W_F = 303.1\ J$

2-

$f_k = \mu_k N$

$f_k = \mu_k \times (mg - F\sin 30°)$

$f_k = 0.3 \times (10 \times 10 - 70 \times 0.5)$

$f_k = 0.3 \times (100 - 35)$

$f_k = 0.3 \times 65 = 19.5\ N$

$W_{f_k} = - f_k \cdot X$

$W_{f_k} = - 19.5 \times 5 = - 97.5\ J$

....

س[٢]/:-(خارجي)يسحب صندوق بسرعة ثابتة على سطح أفقي خشن بتأثير قوة شد ، فإذا أنجزت قوة الشد شغلا" مقداره (54J)حينما أزاحت الصندوق(9m)بإتجاه اليمين . ما مقدار قوة الإحتكاك بين الصندوق والسطح ؟

الحل:-

المعطيات(W_F = 54J , X = 9m)

المطلوب(f_k = ?)

بما إن الصندوق يتحرك بسرعة ثابتة ، فإن شغل قوة الإحتكاك(f_k)تساوي شغل قوة الشد ولكن بعكس الإتجاه فيكون

$W_{f_k} = - W_F$

$W_{f_k} = - 54\ J$

$W_{f_k} = - f_k \cdot X$

$-54 = - f_k \times 9$

$F_k = - 54 / - 9 = 6\ N$

((القدرة))

لإيجاد القدرة هناك قانونان هما :-

$P = \frac{F \cdot X}{t}$, $P_i = F \cdot \mathcal{V}_i \cos\theta$

حيث إن :-

P:-القدرة وتقاس بوحدات(واط ، watt) .

F:-القوة(وزن)وتقاس بوحدات(نيوتن ، N) .

X:-المسافة أو الإزاحة وتقاس بوحدات(متر ، m) .

t:-الزمن ويقاس بوحدات(ثانية ، sec) .

P_i:-القدرة اللحظية .

$\mathcal{V}_i$:-السرعة اللحظية وتقاس بوحدات(م/ثا ، m/s) .

ɵ:-الزاوية المحصورة بين متجه السرعة اللحظية ومتجه القوة .

۞هناك وحدات قياس أخرى للقدرة وهي :-

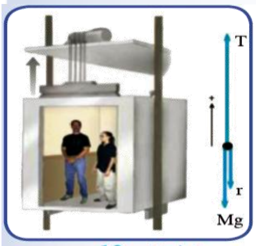
كيلوواط = ١٠٠٠واط ، kw = 1000 watt

القدرة الحصانية = ٧٤٦واط ، hp = 746 watt

....

مثال 4

مصعد كهربائي محمل بعدد من الاشخاص. يرتفع الى الاعلى بسرعة ثابتة 0.7m/s . فاذا كانت القدرة التي ينجزها السلك الفولاذي الحامل للمصعد 20300Watt . احسب قوة الشد في السلك لاحظ الشكل (12) .



الشكل (12)

الحل:-

المعطيات(P_i= 20300watt , $\mathcal{V}_i$ = 0.7m/s , ɵ = 0°)

المطلوب(F = ?)

بما إن قوة الشد في السلك الفولاذي الحامل للمصعد تتجه نحو الأعلى والمصعد يسير بسرعة ثابتة نحو الأعلى لذا فإن الزاوية في هذه الحالة تساوي صفر .

$P_i = F \cdot \mathcal{V}_i \cos\theta$

$F = \frac{P_i}{V_i \cos\theta}$

$F = \frac{20300}{0.7 \times \cos 0}$

$F = \frac{20300}{0.7 \times 1}$

$F = \frac{20300}{0.7} = 29000\ N$

....

س5/ ما مقدار القدرة بالواط اللازمة لدفع عربة تسوّق محملة بقوة افقية قدرها 50N مسافة افقية مقدارها 20m خلال 5s ؟

الحل/

$power = \frac{work}{t}$

$p = \frac{w}{t} = \frac{F.x}{t} = \frac{(50N)(20m)}{5}$

$p = 200\ watt$ القدرة اللازمة لدفع العربة

س6/ قوة احتكاك مقدارها 20N تؤثر في صندوق كتلته 6kg ينزلق على ارضية افقية. ما مقدار القدرة اللازمه لسحب الصندوق على الارضية بسرعة ثابتة قدرها $0.6m/s$ ؟

الحل:-

المعطيات($f_k = 20$ N , m = 6kg , $v_i = 0.6$m/s)

المطلوب(P_i = ?)

بما إن الصندوق يسير بسرعة ثابتة فإن

$F = f_k = 20N$

$P_i = F \,.\, v_i \cos\theta$

$P_i = 20 \times 0.6 \times \cos 0$

$P_i = 12 \times 1$

$P_i = 12$ watt .

....

س7/ يستطيع جرار شد مقطورته بقوة ثابتة مقدارها 12000N عندما تكون سرعته $2.5m/s$. ما قيمة قدرة الجرار بالواط و القدرة الحصانية تحت هذه الشروط؟

الحل /

$$p = F.v$$

$$= (12000N)(2.5m/s) = 30000 \text{ watt}$$

$$1hp = 746 \text{ watt}$$

$$p = \frac{30000}{746} = 40.214 \text{ hp}$$

....

س١/:-(خارجي ،الإختيار الأول من أسئلة الفصل)ما قدرة صبي كتلته(40kg)يصعد سلما" إرتفاعه الشاقولي(5m)في زمن(10sec) ؟ علما" إن $g = 10m/s^2$ ؟

الحل:-

المعطيات(m = 40kg , X = 5m , t = 10sec , $g=10m/s^2$)

المطلوب(P = ?)

$F = m\,g$

$F = 40 \times 10$

$F = 400$ N

$P = \frac{F\,.\,X}{t}$

$P = \frac{400 \times 5}{10}$

$P = \frac{2000}{10} = 200\ watt$

....

س٢/:-(خارجي الإختيار الثالث من أسئلة الفصل)ما مقدار أقصى قوة يؤثر بها جسم أنجز قدرة مقدارها(1hp)عند الإنطلاق الاني(3m/s) ؟

الحل:-

المعطيات(P_i = 1hp , $\mathcal{V}_i$ =3m/s)

المطلوب(F = ?)

1hp = 746 watt

$P_i = 746\ watt$

$P_i = F \cdot \mathcal{V}_i \cos\theta$

$F = \frac{P_i}{V_i \cos\theta}$

$F = \frac{746}{3 \times \cos 0}$

$F = \frac{746}{3 \times 1}$

$F = \frac{746}{3} = 248.6\ N$

....

((الطاقة))

هناك ثلاث أنواع من الطاقة وهي :-

١)الطاقة الحركية :-وهي الطاقة التي يمتلكها الجسم المتحرك بسبب حركته وينص قانونها على :-

$K E = \frac{1}{2} m\ \mathcal{V}^2$

حيث إن :-

KE:-الطاقة الحركية وتقاس بوحدات(جول ، J) .

m:-كتلة الجسم وتقاس بوحدات(كغم ، kg) .

$\mathcal{V}$:-سرعة الجسم وتقاس بوحدات(م / ثا) .

٢)الطاقة الكامنة الوضعية(التثاقلية) :-وهي الطاقة التي يمتلكها الجسم بسبب قوى الجاذبية والتي تعتمد على موقعه عن سطح الإرض وينص قانونها على :-

$GP E = m\ g\ h$

حيث إن :-

GPE:-الطاقة الكامنة التثاقلية وتقاس بوحدات(جول ، J) .

m:-كتلة الجسم وتقاس بوحدات(كغم ، kg) .

g:-التعجيل الأرضي .

h:-إرتفاع الجسم عن سطح الأرض ويقاس بوحدات(متر ، m) .

٣)الطاقة الكامنة للمرونة:-وهي الطاقة التي يمتلكها النابض وينص قانونها على :-

$EPE = \frac{1}{2} k X^2$

حيث إن :-

EPE :-الطاقة الكامنة للمرونة وتقاس بوحدات(جول ، J) .

k:-ثابت النابض ويقاس بوحدات(نيوتن/م ، N/m) .   X:-مقدار التغير في طول النابض ويقاس بوحدات(متر ، m) .

٤)قانون التغير بالطاقة الحركية وعلاقته بالشغل :-

ينص قانون التغير بالطاقة الحركية على :-

التغير بالطاقة الحركية = الطاقة الحركية النهائية - الطاقة الحركية الإبتدائية

$$\Delta KE = KE_f - KE_i$$

$$\Delta KE = \frac{1}{2} m\, \upsilon_f^{\,2} - \frac{1}{2} m\, \upsilon_i^{\,2}$$

أما علاقة الشغل بالتغير بالطاقة الحركية فينص قانونها على :-

$$W = \Delta KE$$

$$W = \frac{1}{2} m\, \upsilon_f^{\,2} - \frac{1}{2} m\, \upsilon_i^{\,2}$$

٥) قانون التغير بالطاقة الكامنة التثاقلية وعلاقتها بالشغل :-

ينص قانون التغير بالطاقة الكامنة التثاقلية على :-

التغير بالطاقة الكامنة = الطاقة الكامنة النهائية - الطاقة الكامنة الإبتدائية

$$\Delta GPE = GPE_f - GPE_i$$

$$\Delta GPE = m\, g\, h_f - m\, g\, h_i$$

أما علاقة الشغل بالتغير بالطاقة الحركية فينص قانونها على :-

$$W = \Delta GPE$$

$$W = m\, g\, h_f - m\, g\, h_i$$

٦)قانون حفظ الطاقة الميكانيكية :-الطاقة الميكانيكية هي حاصل جمع الطاقة الحركية والطاقة الكامنة للجسم ويَنص قانونها على :-

الطاقة الميكانيكية في الموقع النهائي = الطاقة الميكانيكية في الموقع الإبتدائي

$$KE_f + PE_f = KE_i + PE_i$$

$$\frac{1}{2} m\, \upsilon_f^{\,2} + m\, g\, h_f = \frac{1}{2} m\, \upsilon_i^{\,2} + m\, g\, h_i$$

٧)قانون الزخم الخطي والدفع :-

ينص قانون الدفع على :-

$$F \,.\, t = m\, (\upsilon_f - \upsilon_i)$$

حيث إن :-

F . t:-تدعى هذه الكمية بالدفع وتقاس بوحدات(نيوتن . ثا ، N . sec) .وكذلك نستطيع إيجاد كل من(F or t)كلاً" على حدة عن طريق هذا القانون .

ينص قانون الزخم على :-

$$P = m\, \upsilon$$

٨)قانون حفظ الزخم :- ينص قانون حفظ الزخم على إن :-

الزخم قبل التصادم = الزخم بعد التصادم

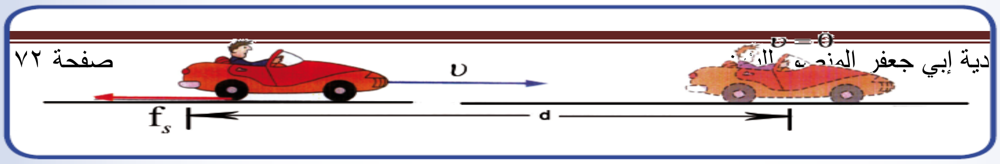
$$m_1\, \upsilon_1 + m_2\, \upsilon_2 = m_1\, \upsilon_1' + m_2\, \upsilon_2'$$

....

مثال 5 سيارة كتلتها 2000Kg تتحرك على ارض افقية . ضغط سائق السيارة على الكوابح حينما كانت تسير بسرعة 20m / s فتوقفت بعد ان قطعت مسافة(100m) . كما في الشكل(14) . جد ماياتي :

1)التغير في الطاقة الحركية . 2)الشغل الذي بذلته قوة الاحتكاك في ايقاف السيارة .

3) ما مقدار قوة الاحتكاك بين عجلات السيارة و الطريق على فرض انها بقيت ثابتة .



الشكل (14)

الحل/

الحل:-
المعطيات$(m=2000kg\ ,\ v_i=20m/s\ ,\ X = 100m\ ,\ \theta = 180°)$.
المطلوب$(1\text{-}\ \Delta KE = ?\ \ ,\ 2\text{-}\ W_{f_s} = ?\ \ ,\ 3\text{-}\ f_s = ?\ )$.

1-
$\Delta KE = \frac{1}{2} m\ v_f^{\ 2} - \frac{1}{2} m\ v_i^{\ 2}$
$\Delta KE = \frac{1}{2} \times 2000 \times (0)^{\ 2} - \frac{1}{2} \times 2000 \times (20)^2$
$\Delta KE = -\ 1000 \times 400$
$\Delta KE = -\ 400000\ J$

2-
$W_{f_s} = \Delta KE = -\ 400000\ J$

3-
$W_{f_s} = f_s\ .\ X\ \text{Cos}\theta$
$-\ 400000 = f_s \times 100 \times \text{Cos}180°$
$-\ 400000 = f_s \times 100 \times -\ 1$
$-\ 400000 = -\ 100\ f_s$
$f_s = -\ 400000\ /\ -\ 100 = 4000N$

س8/ بينما كان احد لاعبي كرة القدم كتلته 90kg يجري بسرعة قدرها 6m / s قام لاعب من الفريق الاخر بشده من الخلف فتوقف بعد ان قطع مسافة قدرها 1.8m .
(a) ما مقدار متوسط القوة التي سببت ايقاف اللاعب؟
(b) ما الزمن الذي استغرقه اللاعب ليتوقف تماما ؟

الحل:-
المعطيات$(m=90kg\ ,\ v_i = 6m/s\ ,\ X = 1.8m\ \ ,\ v_f = 0)$.
المطلوب$(a\text{-}\ F_{av} = ?\ \ ,\ b\text{-}\ t = ?\ )$

الطريقة الأولى للحل

a-
$W = \Delta KE$ بما إن
$W = F\ .\ X\ \text{Cos}\theta$ بما إن
$\text{Cos}\ 0 = 1$
$F\ .\ X = \Delta KE$ إذن
$F\ .\ X = \frac{1}{2} m\ v_f^{\ 2} - \frac{1}{2} m\ v_i^{\ 2}$
$F \times 1.8 = 0 - \frac{1}{2} \times 90 \times (6)^2$
$1.8\ F = -\ 45 \times 36$
$1.8\ F = -\ 1620$
$F = -\ 1620\ /\ -\ 1.8 = -\ 900N$

الإشارة السالبة تعني إن القوة تعاكس إتجاه الحركة .

b-

$F . t = m (v_f - v_i)$ بما إن الدفع = التغير بالزخم

$-900 \times t = 90 (0 - 6)$

$-900 \times t = - 540$

$t = - 540 / - 900$

$t = 0.6$ sec

الطريقة الثانية للحل

a-

$v_f^2 = v_i^2 + 2 a X$

$0 = (6)^2 + 2 \times a \times 1.8$

$0 = 36 + 3.6 a$

$- 36 = 3.6 a$

$a = - 36 / 3.6 = - 10 m/s^2$

$F = m a$

$F = 90 \times - 10$

$F = - 900$ N

الإشارة السالبة تعني إن القوة تعاكس إتجاه الحركة .

b-

$v_f = v_i + a t$

$0 = 6 - 10 \times t$

$- 6 = - 10 t$

$t = - 6 / - 10$

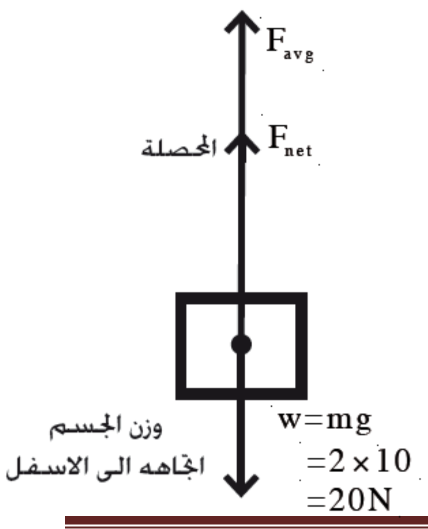
$= 0.6$ sec

س2/ سقط جسم كتلته 2kg من ارتفاع قدره 10m على ارض رملية و استقر فيها بعد ان قطعة 3cm شاقوليا داخل الرمل . ما متوسط القوة التي يؤثر بها الرمل على الجسم ؟ على فرض اهمال تاثير الهواء . علما" إن $g=10m/s^2$ ؟

الحل:-

المعطيات$(m=2kg , h=10m , X = 0.03m , g =10m/s^2)$

المطلوب$(F_{av} = ?)$



$W = \Delta GPE$

$F . X = m g h_f - m g h_i$

$F \times 0.03 = 2 \times 10 \times 0 - 2 \times 10 \times 10$

$0.03 F = 0 - 200$

$F = - 200 / 0.03 = - 6666.67 N = F_{net}$

$F_{net} = F_{av} - W$

$6666.67 = F_{av} - 20$

$F_{av} = 6666.67 + 20 = 6686.67N$

مثال 6

احسب التغير في الطاقة الكامنة التثاقلية في مجال الجاذبية الارضية لكتاب كتلته 3kg عند سطح الارض وعلى ارتفاع 2m عن سطح الارض . اعتبر ان $g = 10m/s^2$.

الحل:-

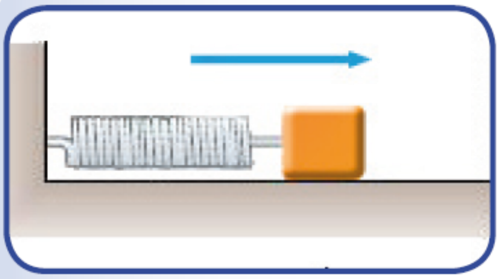
المعطيات($m=3kg$, $g=10m/s^2$,)

المطلوب($\Delta PE= ?$)

$$\Delta PE = PE_f - PE_i$$
$$= m\,g\,h_f - m\,g\,h_i$$
$$= 3 \times 10 \times 2 - 3 \times 10 \times 0$$
$$= 60 - 0 = 60J$$

مثال 7

نابض معدني ثابت القوة فيه $200N/m$ ثبت احد طرفيه بجدار شاقولي و وصل طرفه الاخر بجسم كتلته 2kg موضوع على سطح افقي املس لاحظ الشكل (19) كبس النابض ازاحة مقدارها 0.2m ما اقصى انطلاق يكتسبه الجسم عند ازالة القوة الكابسة عنه ؟



الشكل (19)

الحل:-

المعطيات($K=200N/m$, $m=2kg$, $X=0.2m$)

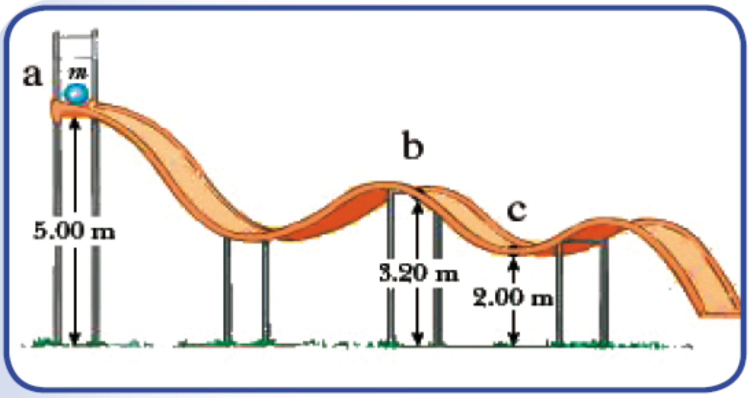
المطلوب($v= ?$)

الطاقة الكامنة لمرونة النابض = الطاقة الحركية للجسم

$$EPE = KE$$
$$\frac{1}{2} K X^2 = \frac{1}{2} m v^2$$
$$\frac{1}{2} \times 200 \times (0.2)^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times v^2$$
$$100 \times 0.04 = v^2$$
$$v^2 = 4$$
$$v = 2m/s$$

مثال 8

إنزلقت كرة كتلتها 5kg من السكون من نقطة (a) عبر مسار مهمل الإحتكاك كما في الشكل (21) . أحسب سرعة الكرة عند النقطتين b, c علماً أن التعجيل الأرضي يساوي $10m/s^2$.



الشكل (21)

الحل/

علما" إن ($\sqrt{60} = 7.745$)

المعطيات($m=5kg$, $h_a=5m$, $h_b=3.2m$, $h_c=2m$, $g=10m/s^2$, $\sqrt{60} = 7.745$)

المطلوب($1-\upsilon_b = ?$, $2-\upsilon_c = ?$)

1-

الطاقة الميكانيكية في الموقع الإبتدائي = الطاقة الميكانيكية في الموقع النهائي

$KE_f + PE_f = KE_i + PE_i$

$\frac{1}{2} m \upsilon_b^2 + m g h_b = \frac{1}{2} m \upsilon_a^2 + m g h_a$

$\frac{1}{2} \times 5 \times \upsilon_b^2 + 5 \times 10 \times 3.2 = 0 + 5 \times 10 \times 5$

$2.5 \upsilon_b^2 + 160 = 250$

$2.5 \upsilon_b^2 = 250 - 160$

$2.5 \upsilon_b^2 = 90$

$\upsilon_b^2 = 90 / 2.5 = 36$

$\upsilon_b = 6m/s$

2-

الطاقة الميكانيكية في الموقع الإبتدائي = الطاقة الميكانيكية في الموقع النهائي

$KE_f + PE_f = KE_i + PE_i$

$\frac{1}{2} m \upsilon_c^2 + m g h_c = \frac{1}{2} m \upsilon_a^2 + m g h_a$

$\frac{1}{2} \times 5 \times \upsilon_c^2 + 5 \times 10 \times 2 = 0 + 5 \times 10 \times 5$

$2.5 \upsilon_c^2 + 100 = 250$

$2.5 \upsilon_c^2 = 250 - 100$

$2.5 \upsilon_c^2 = 150$

$\upsilon_c^2 = 150 / 2.5 = 60$

$\upsilon_c = 7.745m/s$

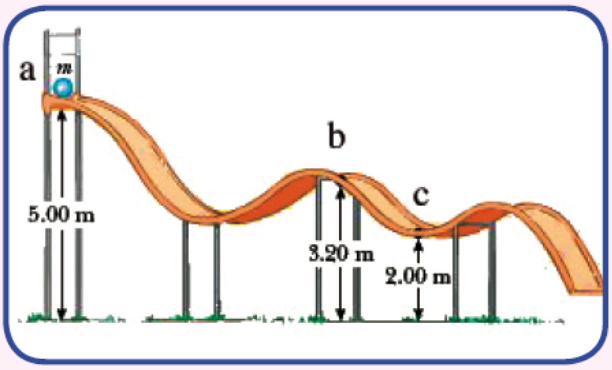
۞يمكن أن يحل المطلب الثاني بإيجاد(υ_c)بدلالة(υ_b) .

سؤال ؟

انزلقت كرة كتلتها 0.5Kg من السكون عند النقطة (a) على المسار المنحني كما مبين في الشكل (23) اذا علمت ان المسار مهمل الاحتكاك في الجزء من (a) الى (b) وخشن من (b) الى (c) جد ماياتي :-

1- سرعة الكرة عند النقطة (b) .

2- قوة الاحتكاك التي تتعرض لها الكرة في الجزء من (b) الى (c) . اذا علمت انها توقفت عند النقطة (c) بعد قطعها مسافة 10m من النقطة (b) .



الشكل (23)

علما" إن ($g=10m/s^2$, $\sqrt{60} = 7.745$)

الحل:-

المعطيات($m=0.5kg$, $h_a=5m$, $h_b=3.2m$, $h_c=2m$, $\sqrt{60} = 7.745$, $g = 10m/s^2$, $X =10m$)

المطلوب($1- v_b = ?$, $2-f_s = ?$) 1-

الطاقة الميكانيكية في الموقع الإبتدائي = الطاقة الميكانيكية في الموقع النهائي

$KE_f + PE_f = KE_i + PE_i$

$\frac{1}{2} m v_b^2 + m g h_b = \frac{1}{2} m v_a^2 + m g h_a$

$\frac{1}{2} \times 0.5 \times v_b^2 + 0.5 \times 10 \times 3.2 = 0 + 0.5 \times 10 \times 5$

$0.25 v_b^2 + 16 = 25$

$0.25 v_b^2 = 25 - 16$

$0.25 v_b^2 = 9$

$v_b^2 = 9 / 0.25 = 36$

$v_b = 6m/s$

الطاقة الميكانيكية في الموقع الإبتدائي = الطاقة الميكانيكية في الموقع النهائي

$KE_f + PE_f - f_k . x = KE_i + PE_i$

$\frac{1}{2} m v_c^2 + m g h_c - f_k . x = \frac{1}{2} m v_b^2 + m g h_b$

$\frac{1}{2} \times 0.5 \times (0)^2 + 0.5 \times 10 \times 2 - f_k \times 10 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times (6)^2 + 0.5 \times 10 \times 3.2$

$0 + 10 - 10 f_k = 0.25 \times 36 + 16$

$10 - 10 f_k = 9 + 16$

$10 - 10 f_k = 25$

$10 - 25 = 10 f_k$

$- 15 = 10 f_k$

$f_k = - 15/ 10 = - 1.5N$

الإشارة السالبة تدل على إن إتجاه قوة الإحتكاك هو بعكس إتجاه حركة الجسم .

مثال 9

سيارة كتلتها (1200kg) احسب :

a) زخمها حينما تتحرك بسرعة (20m / s) شمالاً .

b) زخمها اذا توقفت عن الحركة ثم تحركت نحو الجنوب بسرعة (40m / s) .

c) التغير في زخم السيارة في الحالتين السابقتين .

الحل:-

المعطيات(m=1200kg)

المطلوب(a-P_i = ? , v=20m/s , b- P_f = ? , v=40m/s , c-ΔP = ?)

a-

$P_i = m\, v$

$= 1200 \times 20 = 24000$ kg . m /s

b-

$P_f = m\, v$

$= 1200 \times 40 = 48000$ kg . m /s

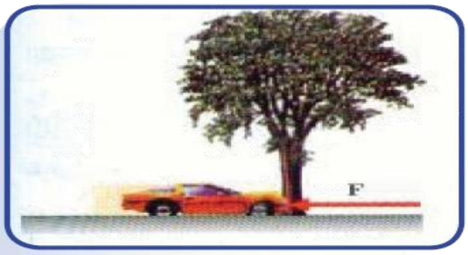
c-

$\Delta P = P_f - P_i$

$= 48000 - 24000 = 24000$ kg . m /s "جنوبا

مثال 10

اصطدمت سيارة كتلتها 1200kg و مقدار سرعتها 20m / s بشجرة وتوقفت بعد ان قطعت مسافة 1.5m بزمن قدره 0.15s جد مقدار القوة المتوسطة في إيقاف الشجرة للسيارة ؟



الحل/

المعطيات(m=1200kg , v_i =20m/s , X=1.5m , t=0.15sec)

المطلوب(F = ?)

$F \cdot t = m\,(v_f - v_i)$

$F \times 0.15 = 1200 \times (0 - 20)$

$0.15\, F = -\,24000$

$F = -\,24000 / 0.15 = -\,160000$ N

الإشارة السالبة تدل على إن القوة تؤثر بإتجاه معاكس لإتجاه الحركة .

مثال 11

شاحنة كتلتها 3×10^4kg متحركة بسرعة 10m / s تصادمت مع سيارة كتلتها 1200Kg تتحرك في الاتجاه المضاد بسرعة 25m / s فاذا التصقت السيارتان بعد التصادم باية سرعة تتحرك المجموعة ؟

الحل:-

المعطيات($m_1=3\times10^4kg$, $\upsilon_1=10m/s$, $m_2=1200kg$, $\upsilon_2=25m/s$)
المطلوب($\upsilon_{total}=?$)

نفرض إن سرعة المجموعة بعد التصادم = υ_{total}
وكتلة المجموعة بعد التصادم =($m_1 + m_2$)

الزخم قبل التصادم = الزخم بعد التصادم

$$m_1\,\upsilon_1 + m_2\,\upsilon_2 = m_1\,\upsilon_1' + m_2\,\upsilon_2'$$
$$m_1\,\upsilon_1 + m_2\,\upsilon_2 = (m_1+m_2)\times\upsilon_{total}$$
$$30000\times10 + 1200\times -25 = (30000+1200)\times\upsilon_{total}$$
$$300000 - 30000 = 31200\times\upsilon_{total}$$
$$270000 = 31200\times\upsilon_{total}$$
$$\upsilon_{total} = 270000/31200 = 8.65\ m/s$$

مقدار سرعة المجموعة بعد التصادم مباشرة .
الإشارة السالبة لسرعة السيارة لأنها بعكس إتجاه حركة الشاحنة .

....

س١/:-(خارجي)تؤثر القوة المرونية لقوس في سهم كتلته(0.3kg)فأنطلق فاصبحت سرعته(50m/s)إحسب :-
١)مقدار الدفع الذي تلقاه السهم ؟ ٢)زمن تأثير القوة إذا كان مقدارها(30N) ؟
الحل:-
المعطيات($m=0.3kg$, $\upsilon=50m/s$, $F = 30N$)
المطلوب($1-\ F\,.\,t = ?$, $2-t = ?$)

1-
$$F\,.t = m(\upsilon_f - \upsilon_i)$$
$$= 0.3\times(50-0)$$
$$= 0.3\times50 = 15\ N\,.\,s$$
2-
$$F\,.t = m(\upsilon_f - \upsilon_i)$$
$$30\times t = 0.3\times(50-0)$$
$$30\,t = 15$$
$$t = 15/30 = 0.5\ sec$$

....

س٢/:-(خارجي)طلقة من الرصاص كتلتها(50g)تتحرك بسرعة(400m/s)أخترقت كتلة من الخشب سمكها(40cm)
فإذا كانت سرعة الطلقة عند خروجها(200m/s)إحسب :-
١)التغير في الطاقة الحركية للطلقة ؟ ٢)الشغل المبذول في أثناء أختراق الطلقة لوح الخشب ؟
٣)متوسط قوة مقاومة الخشب لحركة الطلقة ؟
الحل:-
المعطيات($m=50g$, $\upsilon_i=400m/s$, $X=40cm$, $\upsilon_f=200m/s$)
المطلوب($1-\Delta KE = ?$, $2-W=?$, $3-F=?$)

$m=50/1000=0.05kg$, $X=40/100=0.4m$
1-
التغير بالطاقة الحركية = الطاقة الحركية النهائية - الطاقة الحركية الإبتدائية

$$\Delta KE = KE_f - KE_i$$
$$\Delta KE = \frac{1}{2}m\,\upsilon_f^{\,2} - \frac{1}{2}m\,\upsilon_i^{\,2}$$

$\Delta KE = \frac{1}{2} \times 0.05 \times (200)^2 \; - \frac{1}{2} \times 0.05 \times (400)^2$

$\Delta KE = \frac{1}{2} \times 0.05 \times 40000 \; - \frac{1}{2} \times 0.05 \times 160000$

$\Delta KE = 20000 \times 0.05 \quad - 80000 \times 0.05$

$KE = 1000 \; - 4000 = - 3000J$

2-

$W = \Delta KE = -3000 \ J$

$W = F . X \ Cos\theta$

$- 3000 = F \times 0.4 \times Cos0°$

$- 3000 = F \times 0.4 \times \; 1$

$- 3000 = 0.4 \ F$

$F = - 3000 / 0.4 = - 7500N$

الإشارة السالبة تدل على إن إتجاه قوة مقاومة الخشب هو بعكس إتجاه حركة الطلقة .

....

س٣/:-(خارجي) تتحرك مركبة كتلتها 2200 kg بسرعة 94 km /h (26 m /s)، حيث يمكنها التوقف خلال 21 s، عن طريق الضغط على الكوابح برفق، ويمكن أن تتوقف المركبة خلال 3.8 s إذا ضغط السائق على الكوابح بشدة، بينما يمكن أن تتوقف خلال 0.22 s إذا اصطدمت بحائط أسمنتي. ما متوسط القوة المؤثرة في المركبة في كل حالة من حالات التوقف؟



الحل:-

المعطيات($m=2200kg$, $v= 26m/s$, $t_1=21sec$, $t_2=3.8sec$, $t_3=0.22sec$)

المطلوب($1- F_1= ?$, $2- F_2= ?$, $3- F_3= ?$)

1-

نجد متوسط القوة في حالة الضغط على الكوابح برفق .

$F .t = m(v_f \; - v_i)$

$F = \frac{m(v_f - v_i)}{t}$

$F = \frac{2200(0 - 26)}{21}$

$F = \frac{-57200}{21} = - 2723.8 \ N$

2-

نجد متوسط القوة في حالة الضغط على الكوابح بشدة .

$F .t = m(v_f \; - v_i)$

$F = \frac{m(v_f - v_i)}{t}$

$F = \frac{2200\,(0-26)}{3.8}$

$F = \frac{-57200}{3.8}$ = - 15052.6 N

3-

نجد متوسط القوة في حالة الإصطدام بالحائط الأسمنتي .

$F\,.t = m(v_f - v_i)$

$F = \frac{m\,(v_f - v_i)}{t}$

$F = \frac{2200\,(0-26)}{0.22}$

$F = \frac{-57200}{0.22}$ = - 260000 N

....

س٤/:-(خارجي)سيارة كتلتها(1000kg)متحركة بسرعة مقدارها(20m/s)فإذا تحركت بعد ذلك بتعجيل مقداره ($4m/s^2$)خلال(5sec)إحسب :-

١)الطاقة الحركية النهائية للسيارة ؟ ٢)الشغل المبذول في تعجيل السيارة ؟

الحل:-

المعطيات($m=1000kg$, $v_i=20m/s$, $a=4m/s^2$, $t=5sec$)

المطلوب($1-KE_f = ?$, $2-W = ?$)

1-

$v_f = v_i + a\,t$

$v_f = 20 + 4 \times 5$

$v_f = 20 + 20$

$v_f = 40 m/s$

$KE_f = \frac{1}{2} m\, v_f^{\,2}$

$KE_f = \frac{1}{2} \times 1000 \times (40)^2$

$KE_f = 500 \times 1600$

= 800000 J

2-

$KE_i = \frac{1}{2} m\, v_i^{\,2}$

$KE_i = \frac{1}{2} \times 1000 \times (20)^2$

$KE_i = 500 \times 400$

= 200000 J

$W = \Delta KE$

$= KE_f - KE_i$

= 800000 – 200000 = 600000 J

....

س٥/:-(خارجي)أثرت قوة مقدارها(100N)على جسم ساكن كتلته(20kg)فأزاحته مسافة أفقية مقدارها(1.5m)فإذا كانت القوة تصنع زاوية مقدارها(53°)مع الأفق . إحسب :-

١)مقدار الشغل المبذول في تحريك الجسم ؟ ٢)السرعة النهائية للجسم ؟علما" إن Cos53°=0.6؟

الحل:-

المعطيات($F=100N$, $m=20kg$, $X=1.5m$, $\theta=53°$, $Cos53°=0.6$)

المطلوب(1-W = ? , 2- v_f = ?)

1-

$W = F . X\ Cos\theta$

$= 100 \times 1.5 \times Cos53°$

$= 150 \times 0.6$

$= 90\ J$

2-

$W = \Delta KE$

$90 = \frac{1}{2} m\ v_f^{\ 2} - \frac{1}{2} m\ v_i^{\ 2}$

$90 = \frac{1}{2} \times 20 \times v_f^{\ 2} - \frac{1}{2} \times 20 \times 0$

$90 = 10\ v_f^{\ 2}$

$v_f^{\ 2} = 90 / 10 = 9$

$v_f = 3m/s$

....

س٦/:-(خارجي)كرة كتلتها(1kg)تسير بسرعة(12m/s)فتصطدم بكرة أخرى كتلتها(2kg)تسير في الإتجاه المعاكس بسرعة(24m/s)إذا علمت إن سرعة الكرة ذات الكتلة الصغيرة بعد التصادم(36m/s)في الإتجاه المعاكس لحركتها . إحسب سرعة الكرة الكبيرة بعد التصادم ؟

الحل:-

المعطيات($m_1=1kg$, $v_1=12m/s$, $m_2=2kg$, $v_2=-24m/s$, $v_1'=-36m/s$)

المطلوب(v_2' = ?)

الزخم قبل التصادم = الزخم بعد التصادم

$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$

$1 \times 12 + 2 \times -24 = 1 \times -36 + 2 \times v_2'$

$12 - 48 = -36 + 2 v_2'$

$-36 = -36 + 2 v_2'$

$-36 + 36 = 2 v_2'$

$2 v_2' = 0$

$v_2' = 0 / 2 = 0\ m/s$

....

س٧/:-(خارجي)تقف شاحنة كتلتها(2000kg)عند إشارة مرور ، وفجأة صدمتها سيارة صغيرة كتلتها(1000kg)من الخلف بسرعة(30m/s)فالتصقت السيارتان مع بعضهما . إحسب السرعة المشتركة للسيارتين بعد التصادم مباشرة ؟

الحل:-

المعطيات($m_1=2000kg$, $v_1=0m/s$, $m_2=1000kg$, $v_2=30m/s$)

المطلوب(v_{total} = ?)

الزخم قبل التصادم = الزخم بعد التصادم

$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$

$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) \times v_{total}$

$2000 \times 0 + 1000 \times 30 = (2000 + 1000) \times v_{total}$

$30000 = 3000 \times v_{total}$

$\upsilon_{total} = 30000 / 3000$
$\upsilon_{total} = 10 m/s$

مقدار سرعة المجموعة بعد التصادم مباشرة .

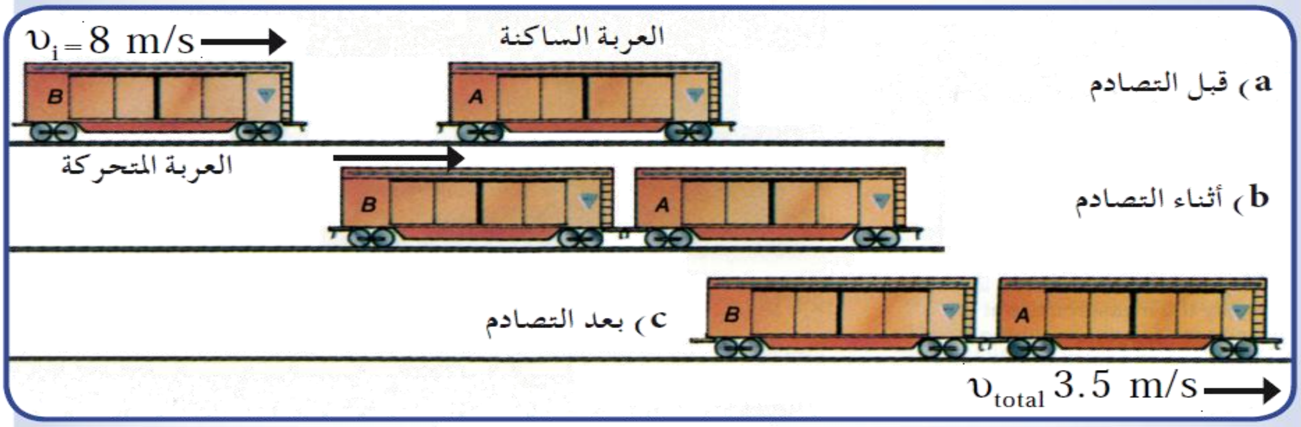
الطاقة الحركية للأجسام المتصادمة

ينص قانون تصادم الأجسام المتحركة على :-
الطاقة الحركية قبل التصادم = الطاقة الحركية بعد التصادم

$$\frac{1}{2} m_1 \upsilon_i^{\,2} + \frac{1}{2} m_2 \upsilon_f^{\,2} = \frac{1}{2} m_1 \upsilon_i'^{\,2} + \frac{1}{2} m_2 \upsilon_f'^{\,2}$$

مثال 12

اذا كانت ماكنة قطار كتلتها $2.5x10^4$ kg تتحرك بسرعة 8m / s كما في الشكل (31) إصطدمت بعربة ساكنة كتلتها $1.5X10^4$kg . وتتحركان معا بالاتجاه نفسه بسرعة 3.5m / s . احسب التغير في الطاقة الحركية للنظام .



الشكل (31)

الحل /

المعطيات($m_1=2.5\times10^4 kg$, $\upsilon_i = 8 m/s$, $m_2=1.5\times10^4 kg$, $\upsilon_{total}=3.5 m/s$)
المطلوب($\Delta KE = ?$)

الطاقة الحركية قبل التصادم

$$KE_i = \frac{1}{2} m_1 \upsilon_i^{\,2} + \frac{1}{2} m_2 \upsilon_f^{\,2}$$
$$KE_i = \frac{1}{2} \times 2.5\times10^4 \times (8)^2 + \frac{1}{2} \times 1.5\times10^4 \times 0$$
$$KE_i = 1.25\times10^4 \times 64 + 0$$
$$KE_i = 80 \times 10^4 \text{ J}$$

الطاقة الحركية بعد التصادم

$$KE_f = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) \times \upsilon^2_{total}$$
$$KE_f = \frac{1}{2} (2.5\times10^4 + 1.5\times10^4) \times (3.5)^2$$
$$KE_f = \frac{1}{2} \times 4 \times10^4 \times 12.25$$
$$KE_f = 2 \times10^4 \times 12.25$$
$$KE_f = 24.5 \times10^4 \text{ J}$$

$\Delta KE = KE_i - KE_f$

$= 80 \times 10^4 - 24.5 \times 10^4$

$= 55.5 \times 10^4$ J

س^٨/:-(خارجي) تتحرك عربة صغيرة كتلتها(15kg) بسرعة متجهة مقدارها(7.5m/s) على مسار مستوٍ، فإذا أثرت فيها قوة مقدارها(10N) فتغيرت سرعتها وأصبحت(3.2m/s)ما مقدار:

١) التغير في الطاقة الحركية للعربة ؟
٢) الشغل المبذول على العربة ؟
٣) المسافة التي ستتحركها العربة خال تأثير القوة ؟

الحل:-

المعطيات($m=15kg$, $\upsilon_i = 7.5m/s$, $\upsilon_f = 3.2m/s$, $F = 10N$)

المطلوب($1-\Delta KE = ?$, $2-W = ?$, $3-X = ?$)

1-

$\Delta KE = KE_f - KE_i$

$\Delta KE = \frac{1}{2} m\, \upsilon_f^{\,2} - \frac{1}{2} m\, \upsilon_i^{\,2}$

$\Delta KE = \frac{1}{2} \times 15 \times (3.2)^2 - \frac{1}{2} \times 15 \times (7.5)^2$

$\Delta KE = 7.5 \times 10.24 - 7.5 \times 56.25$

$\Delta KE = 76.8 - 421.8$

$KE = - 345$ J

2-

$W = \Delta KE = -345$ J

$W = F . X \cos\theta$

$- 345 = 10 \times X \times \cos 180°$

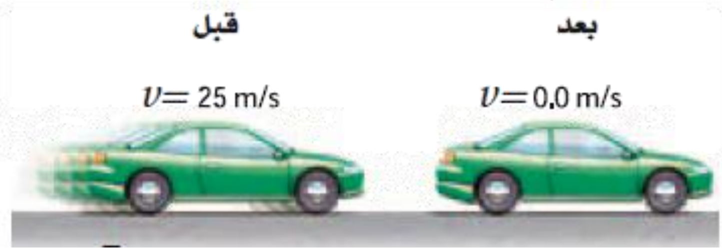
$- 345 = 10 \times X \times -1$

$- 345 = -10 X$

$X = - 345 / -10$

$= 34.5$ m .

س^٩/:-(خارجي) تتحرك سيارة وزنها(12000N) بسرعة(25m/s) وفجأة استخدم السائق المكابح، وأخذت السيارة في التوقف كما في الشكل التالي فإذا كان متوسط قوة الاحتكاك بين عجلات السيارة والطريق تساوي(7500N) فما المسافة التي تتحركها السيارة قبل أن تتوقف؟علما" إن $g=10m/s^2$ ؟



الحل:-

المعطيات($\omega=12000N$, $\upsilon_i = 25m/s$, $\upsilon_f = 0m/s$, $f_k = 25000N$, $g=10m/s^2$)

المطلوب($X = ?$)

$m = \frac{\omega}{g} = \frac{12000}{10} = 1200kg$

$\Delta KE = KE_f - KE_i$

$\Delta KE = \frac{1}{2} m\, \upsilon_f^{\,2} - \frac{1}{2} m\, \upsilon_i^{\,2}$

$\Delta KE = 0 - \frac{1}{2} \times 1200 \times (25)^2$

$\Delta KE = -600 \times 625$

$\Delta KE = -375000\ J$

$W_f = \Delta KE = -375000\ J$

$W_f = -f_k \cdot X$

$-375000 = -7500 \times X$

$-375000 = -7500\, X$

$X = -375000 / -7500$

$= 50\ m$.

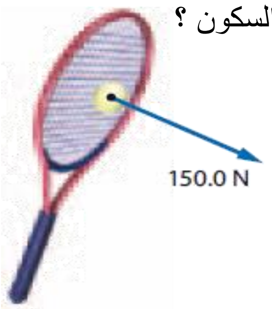
....

س١٠/:-(خارجي) من الشائع عند لاعبي التنس الأرضي المحترفين أن المضرب يؤثر في الكرة بقوة متوسطة مقدارها(150N) فإذا كانت كتلة الكرة(0.06kg) ولامست أسلاك المضرب مدة(0.03sec)كما في الشكل التالي فما مقدار الطاقة الحركية للكرة لحظة ابتعادها عن المضرب؟ افترض أن الكرة بدأت الحركة من السكون ؟

الحل:-

المعطيات($F=150N$, $m=0.06kg$, $t=0.03sec$, $\upsilon_i = 0$)

المطلوب($KE_f = ?$)



$F \cdot t = m(\upsilon_f - \upsilon_i)$

$150 \times 0.03 = 0.06(\upsilon_f - 0)$

$4.5 = 0.06\, \upsilon_f$

$\upsilon_f = 4.5 / 0.06 = 75 m/s$

$KE = \frac{1}{2} m\, \upsilon_f^{\,2}$

$KE = \frac{1}{2} \times 0.06 \times (75)^2$

$KE = 0.03 \times 5625 = 168.75\ J$

الفصل السادس

الديناميكيا الحرارية(التحرك الحراري)

(Thermodynamic)

أولا":- من خلال القانون الأول في الديناميكيا الحرارية نستطيع إيجاد كل من :-

١)الشغل المبذول من قبل النظام وذلك عن طريق القانون التالي :-

$$\Delta u = \Delta Q - \Delta w$$

٢)الشغل المبذول على النظام وذلك عن طريق القانون التالي :-

$$\Delta u = \Delta Q + \Delta w$$

حيث إن :-

Δu:-تمثل الزيادة في الطاقة الداخلية للنظام وتقاس بوحدات(جول ، J) .

ΔQ:-كمية الحرارة المضافة للنظام أوالمنتقلة منه وتقاس بوحدات(جول ، J) .

Δw:-الشغل المنجز بواسطة النظام أو المنجز على النظام ويقاس بوحدات(جول ، J) .

- تعتبر(ΔQ)موجبة إذا ما أضيفت حرارة إلى النظام وتعتبر سالبة عند إنتقال الحرارة إلى خارج النظام .
- يعتبر الشغل المنجز(Δw)موجبا" عندما يتم إنجاز شغل بواسطة النظام على الوسط المحيط به(كما في تمدد الغاز أو الطاقة التي تركت النظام)ويعتبر سالبا" عندما ينجز شغلا" على النظام من قبل محيطه(مثل الطاقة الداخلة للنظام) .

ثانيا" :-هناك عدة عمليات تجري على النظام ولكل عملية قانون خاص لإيجاد الشغل المبذول وهي :-

١)العملية الآيزوبارية :-وهي العملية التي تتم عند ضغط ثابت وفيها يكون الشغل المبذول يعطى بالعلاقة التالية :-

$$\Delta w = P\,\Delta V$$

$$\Delta w = P\,(V_2 - V_1)$$

حيث إن :-

Δw:-الشغل المبذول تحت ضغط ثابت .

P:-الضغط ويقاس بوحدات(نت/م^2 أو باسكال ، N/m^2 or Pa) .

ΔV:-التغير بالحجم $(V_2 - V_1)$ويقاس بوحدات(م^3 ، m^3) .

٢)العملية الآيزوثرمية :-وهي العملية التي تتم عند درجة حرارة ثابتة وفيها يكون الشغل المبذول يعطى بالعلاقة التالية:-

$$W = P_1 V_1 \ln(V_2 / V_1)$$

٣)العملية الكظمية الأديباتيكية :-وهي العملية التي تتم بعدم وجود تبادل حراري بين الغاز والوسط المحيط به حيث تتم العملية بسرعة كبيرة نسبيا" وفيها يكون الشغل المبذول يعطى بالعلاقة التالية :-

$$\Delta W = -\,\Delta u$$

ثالثا" :-لإيجاد كفاءة الماكنة الحرارية نطبق إحدى القانونين التاليين :-

$$\eta = \frac{W}{Q_H} \times 100\ \%$$

بما إن $W = Q_H - Q_C$

$$\eta = \frac{Q_H - Q_C}{Q_H} \times 100\ \%$$

حيث إن :-
η:-كفاءة الماكنة الحرارية .
Q_H:-كمية الحرارة المستقبلة أو الداخلة للنظام .
Q_C:-كمية الحرارة الخارجة أو التي تلفظ إلى خارج النظام .

مثال 1

اذا افترضنا ان حجم رئتي الانسان يزداد بمقدار $500cm^3$ عند عملية الشهيق الواحدة . احسب الشغل المبذول على الرئتين خلال تلك العملية معتبرا الضغط داخل الرئتين يبقى ثابتا ويساوي الضغط الجوي $10^5\ N/m^2$

الحل /

بما أن الشغل المبذول $\Delta W = P\ \Delta V$

عند ضغط ثابت (عملية آيزوبارية) فأن

$$\Delta W = P\,(V_2 - V_1)$$

$$= 10^5 \times 500 \times 10^{-6}$$

الشغل المبذول $\Delta W = 50\ J$

مثال 2

تمدد هواء محصور في اسطوانة ذات مكبس حجمه $0.2m^3$ وضغطه $10^6\ N/m^2$ بحيث اصبح حجمه $(0.6m^3)$. فاذا ثبتت درجة حرارته خلال هذه العملية عند $(T = 300K)$. فاحسب الشغل المبذول مع العلم أن $Ln\ x = 2.303 \log x$.

الحل/

العملية تمت عند درجة حرارة ثابتة وهذا يعني انها عملية ايزوثيرمية .

وبذلك سنطبق العلاقة الاتية :

$$\Delta W = P_1 V_1 \ln(V_2/V_1)$$

$$= 10^6 \times 0.2 \times \ln(0.6/0.2)$$

$$= 0.2 \times 10^6 \times 2.303 \log\left(\frac{0.6}{0.2}\right)$$

$$W = 0.46062 \times 10^6 \log_{10} 3 \Rightarrow W = 0.46062 \times 10^6 \times 0.47$$

$$\Delta W = 2.19722 \times 10^3\ J$$

مثال 3

الشكل (8) يوضح نظام مع الوسط المحيط به في الشكل (a) . وقد زود النظام بمقدار 1500 Joule من الحرارة من الوسط المحيط به وكان الشغل المبذول بوساطة النظام يساوي 2200J . وفي الشكل (b) فان النظام قد حصل على 1500J وكان الشغل المبذول على النظام بوساطة محيطه يساوي 2200J. احسب التغير في الطاقة الداخلية للنظام ΔU في كل حالة .



شكل (8a)



شكل (8b)

الحل:-

a)في هذه الحالة بما إنه تم إنجاز شغل بواسطة النظام

$$\Delta u = \Delta Q - \Delta w$$

$$= 1500 - 2200$$

$$= -700\ J$$

b) في هذه الحالة بما إنه تم إنجاز شغل على النظام

$$\Delta u = \Delta Q + \Delta w$$

$$= 1500 + 2200$$

$$= +3700\ J$$

س/:- صــ137ــ((إملأ الفراغات الموجودة في الجدول أدناه باشارة (- ، + ، 0) لكل حالة مثبتة وأيضاً لكل نظام مؤشر ؟

	الحالة Situation	النظام System	الطاقة الحرارية ΔQ	الشغل المبذول ΔW	الطاقة الداخلية ΔU
A	نفخ سريع لإطار دراجة هوائية	هواء موجود في المضخة	صفر	+	−
B	تمدد ماء بدرجة حرارة الغرفة موضوع على موقد ساخن	ماء موضوع في قدر	+	+	صفر
C	هواء يتسرب بسرعة خارج بالونة	هواء موجود داخل بالونة	صفر	−	+

مثال 4

ماكنة حرارية تستقبل 1200 J من الحرارة من مصدر حراري درجة حرارته أعلى (Q_H) في كل دورة وتنجز شغلاً مقداره 400 J في كل دورة .

a / إحسب كفاءة الماكنة .

b / إحسب كمية الحرارة التي تلفظ الى الخارج (Q_C) في كل دورة .

الحل/

a)

$Q_H = 1200\ J$

$W = 400\ J$

$$\eta = \frac{W}{Q_H} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{400\ J}{1200\ J} \times 100\% = 33\%$$

b)

$$W = Q_H - Q_C$$

$$Q_C = Q_H - W$$

$$= 1200\ J - 400\ J$$

$$Q_C = 800\ J$$

س1/ تمدد نظام مكوّن من غاز محصور في إسطوانة مكبس من حجم قدره $0.02m^3$ وضغطه $5\times10^5 Pa$ الى حجم قدره $0.022m^3$ عند الضغط نفسه.

جد الشغل الذي يبذله النظام ؟

الحل:-

بما إن الضغط ثابت إذن العملية آيزوبارية وعليه فإن الشغل يعطى بالعلاقة التالية :-

$\Delta w = P\ (V_2 - V_1)$

$\Delta w = 5 \times 10^5\ (0.022 - 0.02)$

$\Delta w = 5 \times 10^5 \times 2 \times 10^{-3}$

$\Delta w = 10 \times 10^2 = 1000\ J$

س2/ إناء معزول به غاز محصور فإذا كان الشغل الخارجي المبذول على الغاز يساوي $135\ J$ جد مقدار التغير الحاصل في الطاقة الداخلية للنظام.

الحل:-

بما إن الإناء معزول . إذن العملية إديباتيكية لايوجد تبادل حراري($\Delta Q = 0\ J$) .

بما إن الشغل مبذول على الغاز إذن نطبق العلاقة التالية :-

$\Delta u = \Delta Q + \Delta W$

$= 0 + 135$

$= 135\ J$

س3/ ماكنة حرارية تستقبل $2\times10^3\ J$ حرارة من المستودع الأعلى درجة حرارة وتطرح $1.5\times10^3 J$ من الحرارة الى المستودع الأقل درجة حرارة . جد كفاءة الماكنة .

الحل:-

$\eta = \frac{Q_H - Q_C}{Q_H} \times 100\ \%$

$\eta = \frac{2\times10^3 - 1.5\times10^3}{2\times10^3} \times 100\ \%$ ⇨ $\eta = \frac{0.5\times10^3}{2\times10^3} \times 100\ \%$

$\eta = 0.25 \times 100\ \% = 25\ \%$

س4/ ماكنة حرارية تستقبل كمية من الحرارة تساوي 3000kJ من مصدر حراري درجة حرارته عالية وتطرد (تلفظ) كمية من الحرارة تبلغ 900kJ الى مستودع حراري درجة حرارته واطئة.

a) ما مقدار الشغل الناتج عن الماكنة ؟

b) ما كفاية الماكنة الحرارية ؟

الحل:-

a-

$W = Q_H - Q_C$

$= 3000 - 900$

$= 2100$ KJ

b-

$\eta = \frac{W}{Q_H} \times 100\ \%$

$\eta = \frac{2100}{3000} \times 100\ \%$

$\eta = 0.7 \times 100\ \%$

$\eta = 70\ \%$

س5/ أثناء إشتغال ماكنة حرارية معينة كانت الطاقة الداخلية تنقص بمقدار 400 J في حين تنجز شغلاً مقداره 250 J . إحسب صافي الحرارة ΔQ

الحل:-

بما إن الشغل مبذول من قبل النظام إذن :-

$\Delta u = \Delta Q - \Delta W$

$-400 = \Delta Q - 250$

$\Delta Q = -400 + 250 = -150$ J

س/:-(خارجي)آلة حرارية تنتج شغلا" ميكانيكيا" مقداره(2250J)وتعطي كمية من الحرارة مقدارها(250J)إحسب كفاءة هذه الآلة ؟

الحل:-

المعطيات($W=2250J$, $Q_C=250J$)

المطلوب($\eta = ?$)

$W = Q_H - Q_C$

$2250 = Q_H - 250$

$Q_H = 2250 + 250$

$= 2500$ J

$\eta = \frac{W}{Q_H} \times 100\ \%$

$\eta = \frac{2250}{2500} \times 100\ \%$

$\eta = 0.9 \times 100\ \%$

$\eta = 90\ \%$

....

س٢/:-(خارجي)إناء معزول حراريا" فيه غاز محصور بذل على الغاز شغل خارجي مقداره(135J)إحسب مقدار الطاقة الداخلية للنظام ؟

الحل:-

المعطيات($\Delta W = -\ 135$)

المطلوب(Δu)

بما إن الإناء معزول إذن العملية كظمية(إديباتيكية) .

وبما إن الشغل أنجز على النظام فالشغل يكون سالب .

$\Delta W = -\ \Delta u$

$\Delta u = -\ (-\ 135) = +\ 135\ J$

....

س٣/:-(خارجي)تمدد غاز محصور من($0.005m^3$)إلى($0.015m^3$)وتحت ضغط($10^6 Pa$)فإذا كانت درجة الحرارة ثابتة أثناء هذا الإجراء فلحسب الشغل المنجز ؟علما" إن $\ln x = 2.303\log_{10} x\ ,\ \log_{10} 3 = 0.47$ ؟

الحل:-

المعطيات($v_1 = 0.005m^3\ ,\ v_2 = 0.015m^3\ ,\ P_1 = 10^6 Pa\ ,\ \ln x = 2.303\log_{10} x\ ,\ \log_{10} 3 = 0.47$)

المطلوب($W = ?$)

$W = P_1\ V_1 \ln(V_2 / V_1)$

$W = 10^6 \times 0.005 \times \ln(0.015 / 0.005)$

$W = 0.005 \times 10^6 \times \ln 3$

$W = 0.005 \times 10^6 \times 2.303\log_{10} 3$

$W = 0.011515 \times 10^6 \times \log_{10} 3$

$W = 0.011515 \times 10^6 \times 0.47$

$W = 5.4 \times 10^{-3} \times 10^6$

$W = 5.4 \times 10^3\ J$

....

س٤/:-(خارجي)غاز تحت ضغط ثابت مقداره($2.2 \times 10^5 Pa$)سخن وترك ليتمدد دافعا" المكبس في الإسطوانة. فإذا علمت إن التغير في الحجم($0.5m^3$)فإحسب :-

١)الشغل الناتج من الغاز ؟

٢)إذا أمتص الغاز أثناء تمدده كمية من الحرارة مقدارها($3 \times 10^5\ J$)فما مقدارالتغير في الطاقة الداخلية للنظام؟

الحل:-

المعطيات($P = 2.2 \times 10^5 Pa\ ,\ \Delta V = 0.5m^3\ ,\ \Delta Q = 3 \times 10^5\ J$)

المطلوب($1\text{-}W = ?\ \ ,\ 2\text{-}\ \Delta u = ?$)

بما إن العملية تمت تحت ضغط ثابت فالعملية آيزوبارية .

1-

$W = P\ \Delta V$

$= 2.2 \times 10^5 \times 0.5$

$= 1.1 \times 10^5\ J$

2-

$\Delta u = \Delta Q - \Delta W$

$= 3 \times 10^5 - 1.1 \times 10^5$

$= 1.9 \times 10^5\ J$

س٥/:-(خارجي)آلة حرارية تقوم بشغل مقداره(800J)وتمتص(2000J)من المستودع الساخن . إحسب :-

١)كفاءة الآلة ؟ ٢)كمية الحرارة المطرودة إلى المستودع البارد ؟

الحل:-

المعطيات($W=800J$, $Q_H=2000J$)

المطلوب($1-\eta=?$, $2-Q_C= ?$)

1-

$\eta = \frac{w}{Q_H} \times 100\ \%$

$\eta = \frac{800}{2000} \times 100\ \%$

$\eta = 0.4 \times 100\ \%$

$\eta = 40\ \%$

2-

$W = Q_H - Q_C$

$800 = 2000 - Q_C$

$Q_C = 2000 - 800$

$= 1200\ J$

....

الفصل السابع

الحركة الدائرية والدورانية

(Circular and Rotutional Motion)

((الجزء الأول))

((الحركة الدائرية))

١)هناك عدة قوانين نستطيع من خلالها إيجاد الإنطلاق الخطي((السرعة الخطية $\mathcal{V}$))وهي :-

1) $\mathcal{V} = r\,\omega$

حيث إن :-

$\mathcal{V}$:- الإنطلاق الخطي((السرعة الخطية))وتقاس بوحدات(م/ثا ، m/s) .

r:-بعد الجسم عن مركز الدوران((نصف القطر)) .

ω:-الإنطلاق الزاوي((السرعة الزاوية))وتقاس بوحدات((نقية/ثا ، rad/s)) .

2) $\mathcal{V} = \frac{2\pi r}{T}$

حيث إن :-

T:-الزمن الدوري ويقاس بوحدات(ثانية ، sec) .

3) $v^2 = \mu_s\, g\, r$

((يطبق هذا القانون لإيجاد سرعة الأمان القصوى عند المنعطفات من غير حصول الإنزلاق))

حيث إن :-

μ_s:-معامل الإحتكاك السكوني((الشروعي)) .

g:-التعجيل الأرضي .

٢)هناك إيضا" قوانين نستطيع من خلالها إيجاد الإنطلاق الزاوي((السرعة الزاوية ω))وهي :-

1) $\omega = 2\pi f$

حيث إن :-

π:-النسبة الثابتة وتساوي(3.14 , 22/7) .

f:-التردد ويقاس بوحدات(هرتز ، HZ) .

2) $\omega = \dfrac{2\pi}{T}$

١) عند حل المسائل يجب أن تكون قيمة السرعة الزاوية(ω)مقدرة بـ(نقية/ثا ، rad/s) .

٢) لتحويل السرعة الزاوية(ω)من(دورة/دقيقة ، rpm) إلى(نقية/ثا ، rad/s)نضرب $\times \dfrac{2\pi}{60}$.

٣) لتحويل السرعة الزاوية(ω)من(دورة/ثا ، rev/s) إلى(نقية/ثا ، rad/s)نضرب $\times 2\pi$.

٤) لتحويل السرعة الزاوية(ω)من(دورة/دقيقة ، rpm) إلى(دورة/ثا ، rev/s)نقسم على 60 .

٥) الوزن الحقيقي(w_{real})يساوي(mg) $w_{real} = m\,g$.

٦) الوزن الظاهري المؤثر(w_{app})يساوي(N)رد فعل السطح $w_{app} = N$.

٧) إذا كانت السرعة الزاوية(ω)مقدرة بـ(rev/s)فتسمى بتردد الدوران(f) .

٨) إذا كانت السرعة الزاوية(ω)مقدرة بـ(rad/s)فتسمى بالتردد الزاوي(ω) .

٣)لإيجاد كل من التردد الزاوي(f) والزمن الدوري(T)نطبق القانونين التاليين :-

$f = \dfrac{1}{T}$, $T = \dfrac{1}{f}$

٤)لإيجاد التعجيل المركزي(a_c)نطبق إحدى القوانين التالية وحسب معلومات السؤال :-

$a_c = \dfrac{v^2}{r}$, $a_c = r\,\omega^2$, $a_c = \mu_s\, g$

حيث إن :-

a_c:-التعجيل المركزي ويقاس بوحدات(نقية/ثا^2 ، rad/s^2)

٥)لإيجاد القوة المركزية(F_c)نطبق إحدى القوانين التالية وحسب معلومات السؤال :-

$F_c = m\,a_c$, $F_c = \dfrac{m\,v^2}{r}$, $F_c = m\,r\,\omega^2$

حيث إن :-

F_c:-القوة المركزية .

٦)لإيجاد زاوية إمالة الطرق نطبق القانون التالي :-

$\theta = \tan^{-1} \dfrac{v^2}{rg}$

مثال 1

قرص يدور بسرعة زاوية (5400 rpm) احسب :

a / تردد الدوران وزمن الدورة الواحدة للقرص .

b / اذاكان نصف قطر القرص(28cm)فماهو الانطلاق الخطي لجسيم يقع على محيط القرص

الحل:-

المعطيات($\omega = 5400$ rpm , r = 28 cm)

المطلوب(a-ω = ? , T = ? , b- v = ?)

a-

نقوم بتحويل السرعة الزاوية(ω)من وحدات(rpm)إلى وحدات(rev/s)فتمثل تردد الدوران(f) .

$$\omega = \frac{5400}{60} = 90 \text{ rev/s} = f$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{90} \text{ sec} \quad \text{or} \quad 0.01\text{sec}$$

هناك طريقة أخرى لإيجاد الزمن الدوري(T)

$$\omega = \frac{5400 \times 2\pi}{60} = \frac{10800\pi}{60} = 180\,\pi \text{ rad/s}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{180\pi} = \frac{1}{90} \text{ sec} \quad \text{or} \quad 0.01\text{sec}$$

b-

r = 28/100 = 0.28m

$\omega = 2\,\pi\, f$

$= 2\,\pi \times 90$

$= 180\,\pi$ rad/s

OR

$$\omega = \frac{5400 \times 2\pi}{60} = \frac{10800\pi}{60} = 180\,\pi \text{ rad/s}$$

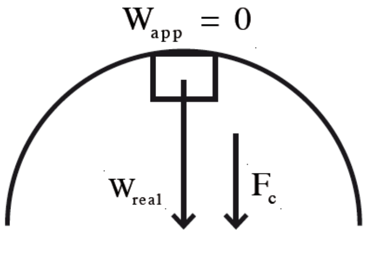
$v = r\,\omega$

$= 0.28 \times 180\,\pi$

$= 0.28 \times 180 \times \frac{22}{7}$

$= \frac{1108.8}{7} = 158.4$ m/s

س1 / ركب شخص دولاب هواء نصف قطره 10m يدور بمستوى شاقولي كم يكون زمن الدورة الواحدة لكي يصير وزنه المؤثر الظاهري صفراً في اعلى نقطة؟ اعتبر التعجيل الارضي $(10 m/s^2)$.



الحل:-

المعطيات(r = 10m , g = 10m/s^2 , w_{app}= 0)

المطلوب(T = ?)

$F_C = W_{real} - W_{app}$

$F_C = W_{real} - 0$

$F_C = W_{real}$

بما إن

$$F_c = \frac{mv^2}{r} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

بما إن

$$W_{real} = m\,g \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

بتساوي المعادلتين(2 , 1)ينتج :-

$$\frac{mv^2}{r} = m\,g$$

$$v^2 = \frac{r\,\cancel{m}\,g}{\cancel{m}}$$

$$v^2 = r\,g$$

$$= 10 \times 10$$

$$= 100$$

$$v = 10 m/s$$

$$v = \frac{2\pi\, r}{T}$$

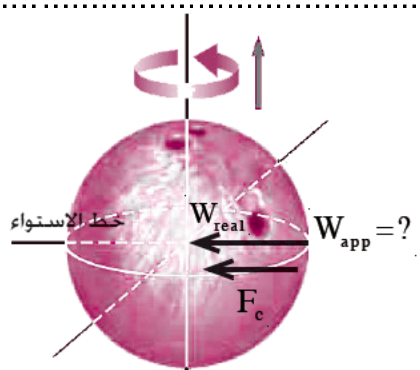
$$T = \frac{2\pi\, r}{v}$$

$$= \frac{2\pi \times 10}{10}$$

$$= 2\,\pi$$

$$= 2 \times 3.14 = 6.28\ sec\ .$$

س2/ على فرض لو ازدادت السرعة الزاوية للكرة الارضية وصار التعجيل المركزي لشخص يقف عند خط الاستواء بقدر تعجيل الجاذبية الارضية فكم سيكون الوزن الظاهري لهذا الشخص ؟



الحل/ بالفرض $a_c = g$

عند خط الاستواء

$$(F_c)_{top} = W_{real} - W_{app}$$

$$\therefore W_{app} = W_{real} - F_c$$

$$W_{app} = mg - ma_c$$

$$W_{app} = mg - mg$$

$W_{app} = zero$ الوزن الظاهري للجسم عند خط الاستواء عند هذا الفرض

س3 / أحسب التعجيل المركزي لجسم عند نقطة على سطح الأرض تبعد عن محور دوران الأرض 5000km .

الحل/ لدينا العلاقة :

$$\upsilon=\frac{2\pi r}{T}$$

$$T=24\times3600s$$

$$\therefore T = 86400s$$ زمن دورة الارض حول محورها

$$\therefore \upsilon = \frac{2\times3.14\times5000\times10^{3}}{86400}$$

$$\upsilon=363.425m/s$$

$$a_c=\frac{\upsilon^2}{r}=\frac{(363.425)^2}{5000\times1000}$$

$$\therefore a_c=0.0266m/s^2$$ وهو التعجيل المركزي

ملاحظة هامة :- في القانون $\upsilon=\frac{2\pi r}{T}$

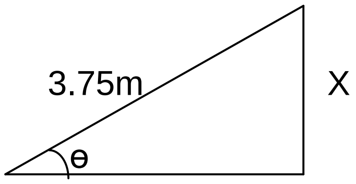
r تمثل بعد النقطة عن محور الدوران وفي السؤال قيمتها 5000 km وفي حالة النقطة تقع على خط الاستواء نعوض عن r بنصف قطر الكرة الارضية ومقدارها (64×10^5m) .

س4 / طريق مقوسة دائرية عرضها 3.75m مائلة عن الأفق ونصف قطر تقوسها الافقي 120m مصممة لسير السيارات بالانطلاق المحدد لها 30 m/s احسب ارتفاع الحافة الخارجية للطريق عن حافتها الداخلية .

الحل:-

المعطيات(عرض = 3.75m ، υ= 30m/s , r = 120m)

المطلوب(? = x)



$\theta = \tan^{-1}\frac{v^2}{rg}$

$= \tan^{-1}\frac{(30)^2}{120 \times 10}$

$= \tan^{-1}\frac{900}{1200} = 0.75$

$\theta = \tan^{-1} 0.75 = 37°$

$\sin\theta = \frac{x}{3.75}$

$\sin 37° = \frac{x}{3.75}$

$0.6 = \frac{x}{3.75}$

X = 0.6 × 3.75 = 2.25 m .

س5 / قمر صناعي يتحرك بانطلاق ثابت في مسار دائري نصف قطر مداره عن مركز الارض 7000km جد :-

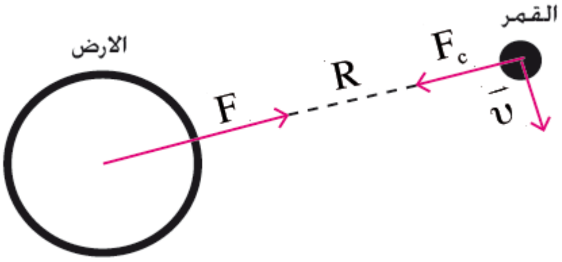
1. انطلاق القمر الصناعي في مداره . 2. زمن الدورة الواحدة عند هذا المدار .

علماً أن ثابت الجذب العام (G)= $6.67 \times 10^{-11} \frac{N.m^2}{(kg^2)}$

كتلة الأرض (M_E)= $M_E = 5.98 \times 10^{24} kg$

الحل:-

لدينا العلاقة : $F_{c\ (\text{القوة المركزية})} = F_{\text{بين القمر والارض}}$



$r = 7000 \times 1000 = 7000000 = 7 \times 10^6$ m

1-

$\frac{G\, m_S M_E}{r^2} = \frac{m_S v^2}{r^2}$

$v^2 = \frac{G\, M_E}{r}$

$$v^2 = \frac{6.76 \times 10^{-11} \times 5.98 \times 10^{24}}{7 \times 10^6}$$

$$v^2 = \frac{40.4248 \times 10^{13}}{7 \times 10^6}$$

$$v^2 = \frac{404248 \times 10^9}{7 \times 10^6} = 57749.71 \times 10^3 = 57.749 \times 10^6$$

$$v = 7.5 \times 10^3 \text{ m/s}$$

2-

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

$$T = \frac{2\pi r}{v}$$

$$= \frac{2\pi \times 7 \times 10^6}{7.5 \times 10^3}$$

$$= \frac{14\pi \times 10^6}{7.5 \times 10^3}$$

$$= \frac{14 \times 3.14 \times 10^6}{7.5 \times 10^3}$$

$$= \frac{43.96 \times 10^6}{7.5 \times 10^3}$$

$$= 5.86 \times 10^3 \text{ sec}$$

$$T = \frac{5860}{3600} = 1.62 \text{ h}$$

....

س6 / سيارة تسير على منعطف افقي دائري نصف قطره 200m بإنطلاق ثابت 30m/s فإذا كانت كتلة السيارة 1000kg .

1. جد قوة الإحتكاك اللازمة لتوافر القوة المركزية اللازمة .

2. إذا كان معامل الإحتكاك الشروعي $\mu_s = 0.8$ فما أكبر إنطلاق تسير به السيارة على المسار الدائري من غير إنزلاق .

الحل:-

قوة الإحتكاك اللازمة لتوافر القوة المركزية تساوي القوة المركزية نفسها إي إن :-

1-

$$f_s = F_c = \frac{mv^2}{r}$$

$$= \frac{1000 \times (30)^2}{200}$$

$$= \frac{1000 \times 900}{200}$$

$$= \frac{900000}{200}$$

$$= 4500 \text{ N}$$

2-
$v^2 = \mu_s\, g\, r$
$v^2 = 0.8 \times 10 \times 200$
$v^2 = 8 \times 200 = 1600$
$v = 40$ m/s .

س/:-(إختيار رقم 5 من أسئلة الفصل)سيارة كتلتها(1200kg)وإنطلاقها(6m/s)عند مرورها في منعطف دائري أفقي نصف قطره(30m)فما مقدار القوة المركزية العاملة على السيارة ؟
الحل:-
المعطيات($m=1200kg$, $v= 6m/s$, $r = 30m$)
المطلوب(F_c = ?)

$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$
$$= \frac{1200 \times (6)^2}{30}$$
$$= \frac{1200 \times 36}{30}$$
$$= \frac{43200}{30}$$
$= 1440$ N

س١/:-(خارجي)طريق دائري أفقي نصف قطره(250m)إحسب أقل معامل إحتكاك بين إطارات السيارة والطريق لتتمكن السيارة من الحركة على الطريق بدون إنزلاق بإنطلاق مقداره(90km/h) ؟علما" إن $g=10m/s^2$ ؟
الحل:-
المعطيات($r = 250m$, $v= 90km/h$, $g=10m/s^2$)
المطلوب(μ_s = ?)

$$v = 90 \times \frac{5}{18} = 25 \text{ m/s}$$
$v^2 = \mu_s\, g\, r$
$$\mu_s = \frac{v^2}{g\, r}$$
$$\mu_s = \frac{(25)^2}{10 \times 250}$$
$$\mu_s = \frac{625}{2500} = 0.25 .$$

س٢/:-(خارجي)سيارة وزنها(15000N)تدور حول طريق مقوس أفقي نصف قطره(80m)بإنطلاق ثابت مقداره (72km/h)إحسب :-
١)معامل الإحتكاك بين إطارات السيارة والطريق ؟ ٢)القوة المركزية اللازمة لحفظ السيارة في مسارها الدائري ؟
٣)قوة الإحتكاك ؟ ٤)التعجيل المركزي ؟ علما" إن $g=10m/s^2$ ؟
الحل:-
المعطيات($w = 15000N$, $r = 80m$, $v = 72km/h$, $g=10m/s^2$)
المطلوب(1- μ_s = ? , 2-F_c = ? , 3-f_s = ? , 4-a_c = ?)

1-
$w = m\, g$

$m = \frac{w}{g}$

$m = \frac{15000}{10}$

m = 1500 kg

$\mathcal{v} = 72 \times \frac{5}{18} = 20$ m/s

$\mathcal{v}^2 = \mu_s\, g\, r$

$\mu_s = \frac{v^2}{g\, r}$

$\mu_s = \frac{(20)^2}{10 \times 80}$

$\mu_s = \frac{400}{800} = 0.5$

2-

$F_c = \frac{mv^2}{r}$

$= \frac{1500 \times (20)^2}{80}$

$= \frac{1500 \times 400}{80}$

$= \frac{600000}{80}$

= 7500 N

3-

$f_s = F_c = 7500$ N

4-

$a_c = \frac{v^2}{r}$

$a_c = \frac{(20)^2}{80}$

$a_c = \frac{400}{80} = 5 m/s^2$

....

س٣/:-(خارجي)مركبة تسير بإنطلاق(108km/h)أمامها منعطف أفقي نصف قطره(80m)فإذا كان معامل الإحتكاك الشروعي بين إطارات المركبة والطريق في المنعطف(0.5) . هل بإمكان المركبة إجتياز المنعطف بهذا الإنطلاق من غير إنزلاق ؟ وماذا يتوجب على سائق هذه المركبة أن يتخذه من تدابير لهذا الغرض ؟علما" إن $g=10m/s^2$؟

الحل:-

المعطيات($\mathcal{v}$ =108km/h , r =80m , μ_s = 0.5 , $g=10m/s^2$)

المطلوب(الإنطلاق الآمن من غير إنزلاق($\mathcal{v}$) .

$\mathcal{v} = 108 \times \frac{5}{18} = 30$ m/s

لإيجاد الإنطلاق الآمن من غير إنزلاق نطبق العلاقة التالية :-

$\mathcal{V}^2 = \mu_s\, g\, r$

$\mathcal{V}^2 = 0.5 \times 10 \times 80$

$\mathcal{V}^2 = 400$

$\mathcal{V} = 20\ m/s$

إذن لا يمكن للمركبة أن تتحرك على هذا المنعطف بإنطلاق(30m/s) .

إذن يتوجب على سائق المركبة أن يخفض إنطلاقه إلى(20m/s)أو أقل من ذلك .

....

س٤/:-(خارجي) تدور سيارة كتلتها(1000kg) على منعطف دائري نصف قطره(1km) بسرعة(70m/s)

والمطلوب حساب:

١)القوة المركزية ؟ ٢) ميل المنعطف الواجب أن يكون عليه حتى لا يصيب العجلات انزلاق جانبي ؟

٣) كم يجب رفع الطرف الخارجي للمنعطف الدائري الذي عرضه(6m) لتدور المركبة بسلام ؟علما" إن $g=10m/s^2$

$\tan^{-1}0.49 = 26°$, $\sin 26° = 0.43$ ؟

الحل:-

المعطيات($m=1000kg$, $r=1km$, $\mathcal{V} = 70m/s$, $w = 6m$, $g=10m/s^2$, $\tan^{-1}0.49 = 26°$, $\sin 26° = 0.43$)

المطلوب($1\text{-}F_c = ?$, $2\text{-}\theta = ?$, $3\text{-}x = ?$)

1-

$r = 1 \times 1000 = 1000\ m$

$F_c = \dfrac{mv^2}{r}$

$= \dfrac{1000 \times (70)^2}{1000}$

$= \dfrac{1000 \times 4900}{1000}$

$= 4900\ N$

2-

$\theta = \tan^{-1}\dfrac{v^2}{rg}$

$= \tan^{-1}\dfrac{(70)^2}{1000 \times 10}$

$= \tan^{-1}\dfrac{4900}{10000} = 0.49$

$\theta = \tan^{-1} 0.49 = 26°$

3-

$\sin\theta = \dfrac{x}{3.75}$

$\sin 26° = \dfrac{x}{6}$

$0.43 = \dfrac{x}{6}$

$X = 0.43 \times 6 = 2.58\ m$

((الجزء الثاني))
((الحركة الدورانية))

١)لإيجاد التعجيل الزاوي(α)نطبق القانون التالي :-

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{t} \Longrightarrow \alpha = \frac{\omega_2 - \omega_1}{t}$$

حيث إن :-
α:-(ألفا)التعجيل الزاوي ويقاس بوحدات(rad/s^2) .
ω_2:-السرعة الزاوية النهائية .
ω_1:-السرعة الزاوية الإبتدائية .

۞ هناك علاقة رياضية تربط التعجيل الخطي(الإنتقالي المماسي)بالتعجيل الزاوي وهي :-

$$a = r\,\alpha \quad \text{or} \quad \alpha = \frac{a}{r}$$

حيث إن :-
a:-التعجيل الإنتقالي(الخطي المماسي) .
r:-بعد الجسم عن محور الدوران(نصف القطر) .

٢)معادلات الحركة الزاوية ذات التعجيل المنتظم :-
هي نفس معادلات الحركة الخطية ولكن الإختلاف بالرموز الرياضية .

معادلات الحركة الخطية	معادلات الحركة الزاوية
1...... $\upsilon_f = \upsilon_i + at$	1...... $\omega_f = \omega_i + \alpha t$
2...... $\upsilon^2_f = \upsilon^2_i + 2ax$	2...... $\omega_f^2 = \omega^2_i + 2\alpha\theta$
3.... $x = \upsilon_i t + \frac{1}{2}at^2$	3.... $\theta = \omega_i t + \frac{1}{2}\alpha t^2$
4.... $x = \frac{\upsilon_1 + \upsilon_2}{2} \cdot t$	4.... $\theta = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} \cdot t$

٣)ينص قانون عزم القصور الذاتي(العام) على :-

$$I = m\,r^2$$

حيث إن :-
I:-عزم القصور الذاتي للجسم ويقاس بوحدات($kg \cdot m^2$) .
m:-كتلة الجسم .
r:-البعد عن محور الدوران(نصف القطر) .
۞ هناك أشكال هندسية مختلفة مثل(إسطوانة ، كرة ، ....ألخ)لكل منها قانون خاص نجد من خلاله عزم القصور الذاتي ويعطى القانون من ضمن معلومات السؤال .

عزم القصور الذاتي للكرة الصلدة $I = \frac{2}{5}\,m\,r^2$

عزم القصور الذاتي للإسطوانة الصلدة $I = \frac{1}{2}\,m\,r^2$ وهكذا ....

٤)لإيجاد الطاقة الحركية الكلية لجسم يمتلك حركة مركبة(إنتقالية ودورانية)في آن واحد كحركة عجلة الدراجة أو عجلة السيارة على سطح أفقي خشن نطبق العلاقة التالية :-

$$KE_{total} = KE_{tra} + KE_{rot}$$
$$= \frac{1}{2}\ m\ v^2 + \frac{1}{2}\ I\ \omega^2$$

٥)لإيجاد العزم المدور(τ)هناك قانونان هما :-

$$\tau = I\ \alpha \quad , \quad \tau = r \times F$$

حيث إن :-

τ:-العزم المدور ويقاس بوحدات(N . m) .

٦)لإيجاد الشغل في الحركة الدورانية نطبق القانون التالي :-

$$W = \tau . \theta$$

۞كذلك الشغل يمثل التغير بالطاقة الحركية الدورانية إي إن :-

$$W = \frac{1}{2}\ I\ \omega^2_f - \frac{1}{2}\ I\ \omega^2_i$$
$$W = \frac{1}{2}\ I\ (\omega^2_f - \omega^2_i)$$

٧)لإيجاد القدرة في الحركة الدورانية نطبق القانون التالي :-

$$P_{rot} = \frac{W_{rot}}{t} = \frac{\tau . \theta}{t}$$

بما إن السرعة الزاوية تساوي($\omega = \frac{\theta}{t}$)

إذن

$$P_{rot} = \tau . \omega$$

٨)لإيجاد الزخم الزاوي(L)نطبق القانون التالي :-

$$L = I . \omega$$

۞١ لتحويل الإزاحة الزاوية(θ)من(الدورات إلى الزاوية نصف القطرية)($rev \rightarrow rad$)نضرب × 2π .

۞٢ لتحويل الإزاحة الزاوية(θ)من(الزاوية نصف القطرية إلى الدورات)($rad \rightarrow rev$)نقسم على 2π .

۞٣ لإيجاد الإنطلاق الخطي لكرة تتدحرج دحرجة صرف من أعلى سطح مائل نطبق القانون التالي :-

$$v^2 = \frac{10}{7}\ g\ h$$

حيث إن :-

g:-التعجيل الأرضي .

h:-إرتفاع السطح المائل .

۞٤ لإيجاد الإنطلاق الخطي لقرص يتدحرج دحرجة صرف من أعلى سطح مائل نطبق القانون التالي :-

$$v^2 = \frac{4}{3}\ g\ h$$

۞٥ لإيجاد الإنطلاق الخطي لحلقة تتدحرج دحرجة صرف من أعلى سطح مائل نطبق القانون التالي :-

$$v^2 = g\ h$$

مثال 2

تدور عجلة بتعجيل زاوي منتظم $a = 3.5rad/s^2$ ، اذا كانت السرعة الزاوية $2rad/s$ عند الزمن $t_{in} = 0$ ، ما الازاحة الزاوية التي تدورها العجلة بين الزمن $t = 0$ و $t = 2s$

1- بالزوايا نصف القطرية .وبالدورات

2- ما مقدار السرعة الزاوية للعجلة عند الزمن t_f=2 sec

الحل /

1-

$$\theta = \omega_i t + \frac{1}{2}\alpha t^2$$

$$\theta = 2\times2 + \frac{1}{2}\times3.5\times(2)^2$$

$$\theta = 4+7$$

الازاحة الزاوية بـ (radian)

$$\theta = 11rad$$

بالدورات

$$\frac{11rad}{2\pi\, rad/rev} = 1.75rev$$

2-

$$t = 2s$$

$$\omega_f = \omega_i + \alpha t$$

$$\omega_f = 2 + 3.5\times2$$

$$\omega_f = 9rad/s$$

مثال 2

تدحرجت كرة صلدة على سطح افقي خشن دحرجة صرف بانطلاق خطي ($1.5m/s$) لمركز كتلتها وكان نصف قطرها $0.1m$ وكتلتها $0.2gk$ احسب مقدار -:

1 . عزم قصورها الذاتي حول محورها الهندسي المار من مركزها .

2 . طاقتها الحركية الكلية علما بان $I\ (\text{Solid sphere}) = \frac{2}{5}mr^2$

الحل /

المعطيات($\mathcal{V}$= 1.5m/s , r = 0.1m , m = 0.2kg)

المطلوب($1\text{-}I_{sphere}$ = ? , $2\text{-}KE_{total}$ = ?)

1-

$I_{sphere} = \frac{2}{5} m r^2$

$= \frac{2}{5} \times 0.2 \times (0.1)^2$

$= \frac{0.4}{5} \times 0.01$

$= \frac{0.004}{5} = 0.0008 \text{ kg .m}^2$

2-

$v = r\,\omega$

$\omega = \frac{v}{r}$

$= \frac{1.5}{0.1}$

$= \frac{15}{1} = 15 \text{ rad/s}$

$KE_{total} = \frac{1}{2}\ m\ v^2 + \frac{1}{2}\ I\ \omega^2$

$KE_{total} = \frac{1}{2} \times 0.2 \times (1.5)^2 + \frac{1}{2} \times 0.0008 \times (15)^2$

$KE_{total} = 0.1 \times 2.25 + 0.0004 \times 225$

$KE_{total} = 0.225 + 0.09$

$KE_{total} = 0.315 \text{ J}$

....

مثال 3

اسطوانة صلدة كتلتها 1kg نصف قطر قاعدتها 0.2m شرعت بالدوران من السكون حول محورها الهندسي الطويل المار من مركزي وجهيها عندما أثرت فيها قوة مماسية مقدارها 10N احسب:-

1- مقدار سرعتها الزاوية بعد مرور (5s) من بدء الدوران .

2- وما عدد الدورات.

علما" إن $I = \frac{1}{2} m r^2$ ؟

الحل:-

المعطيات(m = 1kg , r = 0.2m , F= 10N , t = 5sec)

المطلوب($1-\omega_f = ?$, $2-\theta = ?$) .

1-

$\tau = I\,\alpha$

$\tau = \frac{1}{2} m r^2 . \alpha$ ....(1)

$\tau = r \times F$ ....(2)

بتساوي المعادلتين(1 , 2) نحصل على :-

$\frac{1}{2} m r^2 . \alpha = r \times F$

$\frac{1}{2} \times 1 \times (0.2)^2 . \alpha = 0.2 \times 10$

$\frac{1}{2} \times 0.04 . \alpha = 2$

$0.02\,\alpha = 2$

$\alpha = 2 / 0.02 = 200 / 2 = 100\ rad / s^2$

$\omega_f = \omega_i + \alpha \Delta t$

$\omega_f = 0 + 100 \times 5$

$\omega_f = 500 rad/s$ **مقدار السرعة الزاوية للاسطوانة**

2-

$\theta = \frac{\omega_f + \omega_i}{2} \times \Delta t$

$\theta = \frac{500 + 0}{2} \times 5 = 1250\ rad$

$\theta = \frac{1250}{2\pi} = \frac{1250}{6.28} = 199\ rev$

مثال 3

محرك كهربائي قدرته (1.72×10^5 watt) يدور بسرعة زاوية متوسطة مقدارها ($500 rev / min$) ما مقدار العزم المدور العامل على تدويره ؟

الحل /

المعطيات($P_{ro} = 1.72 \times 10^5 watt$, $\omega = 500 rev/m$)

المطلوب($\tau = ?$)

نحول(ω)من وحدات(rev/m)إلى(rad/s)

$\omega = \frac{500 \times 2\pi}{60} = \frac{1000 \times 3.14}{60} = \frac{3140}{60} = 52.3\ rad/s$

$P_{ro} = \tau . \omega$

$\tau = \frac{P_{ro}}{\omega}$

$= \frac{1.72 \times 10^5}{52.3}$

$= \frac{172 \times 10^3}{52.3}$

$= 3.288 \times 10^3$

$= 3288\ N\ .\ m$

س1/ بدأت سيارة الحركة من السكون وكان قطر كل عجلة من عجلاتها (80cm) وتسارعت بانتظام فبلغت سرعتها (20m / s) خلال (25s) فما :

1. التعجيل الزاوي لكل عجلة ؟

2. عدد الدورات التي تدورها كل عجلة خلال تلك الفترة .

الحل/

(1)

$$r = \frac{0.8m}{2} = 0.4m$$

$$\upsilon_2 = \omega_2\ r$$

$$20 = \omega_2 \times 0.4 \Rightarrow \omega_2 = \frac{20}{0.4}$$

$$\therefore \omega_2 = 50\ rad/s$$

$$\alpha = \frac{\omega_2 - \omega_1}{t} = \frac{50-0}{25} = 2\ rad/s^2$$ التعجيل الزاوي

(2)

لدينا العلاقة:

$$\theta = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} \times t$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$\theta = \frac{0+50}{2} \times 25 = 625\ rad$$

$$nu.rev = \frac{\theta}{2\pi} = \frac{625}{2 \times 3.14} \simeq 99.52\ rev$$ عدد الدورات

طريقة اخرى لايجاد θ:

لدينا العلاقة:

$$\theta = \omega_i t + \frac{1}{2}\alpha\ t^2$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$\theta = 0 + \frac{1}{2} \times 2(25)^2$$

$$\theta = 625\ rad$$

طريقة اخرى لايجاد θ:

لدينا العلاقة:

$$\omega_f^2 = \omega_i^2 + 2\ \alpha\ \theta$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على:

$$(50)^2 = 0 + 2(2)\ (\theta)$$

$$2500 = 4\ \theta$$

$$\therefore \theta = \frac{2500}{4} = 625\ rad$$

س2/ عجلة تدور بسرعة زاوية منتظمة اثر فيها عزم مضاد فتوقفت عن الدوران بعد ان دارت (50rev) خلال (10s) مامقدار :-

1. سرعتها الزاوية الابتدائية .
2. التعجيل الزاوي .

الحل/

(1)

$$\theta = (2\pi)\ (nu.\ rev)$$

$$\theta = 2\pi \times 50 = 100\pi\ rad$$

لدينا العلاقة:

$$\theta = \frac{\omega_i + \omega_f}{2} \times t$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على:

$$100\pi = \frac{\omega_i + 0}{2} \times 10$$

$$\omega_i = 20\pi\ rad/s$$

$$= 20 \times 3.14 = 62.8\ rad/s$$

(2) لدينا العلاقة:

$$\alpha = \frac{\omega_f - \omega_i}{t}$$

$\omega_f = 0$ لان العجلة توقفت عن الدوران.

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على:

$$\alpha = \frac{0 - 62.8}{10} = -6.28\ rad/s^2$$

الاشارة السالبة للتعجيل الزاوي تدل على ان الحركة بتباطؤ (التعجيل تباطؤ).

س3/ قرص نصف قطره ($0.6m$) وكتلته ($80kg$) يدور بسرعة ($3600rev/min$) فما مقدار العزم المؤثر في القرص لايقافه عن الدوران خلال ($20s$) ؟

الحل/ لايجاد العزم لدينا العلاقة: $\tau = I\alpha$

نجد اولا I من العلاقة:

$$I = \frac{1}{2} mR^2$$

$$= \frac{1}{2} (80kg)(0.6m)^2$$

$$= 40 \times 0.36$$

$$I = 14.4 \ kg \ m^2$$ عزم القصور الذاتي للقرص

نجد ثانيا" α من العلاقة: $\alpha = \frac{\omega_f - \omega_i}{t}$

$$\omega = \frac{2 \times 3.14 \times 3600}{60} = 6.28 \times 60$$

$$\omega = 376.8 \ rad/sec$$

$$\alpha = \frac{\omega_f - \omega_i}{t} = \frac{0 - 376.8}{20}$$

$$\alpha = -18.84 \ rad/s^2$$ الاشارة السالبة تعني ان التعجيل تباطؤ(الحركة تباطؤ)

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في الحركة الدورانية فان:

$$\tau = I\alpha$$

$$= 14.4(-18.84)$$

$$\tau = -271.296 \ N.m$$

الاشارة السالبة تعني ان اتجاه العزم المؤثر يعاكس اتجاه دوران القرص

س4/ عجلة قطرها ($0.72m$) وعزم قصورها الذاتي ($4.8kg.m^2$) أثرت في حافتها قوة مماسية مقدارها ($10N$) فبدأت الحركة من السكون. فما:

1. التعجيل الزاوي ؟
2. معدل القدرة الدورانية الناتجة عن الشغل الزاوي المبذول خلال (4s) ؟

الحل/

(1)

$$r = \frac{0.72}{2} = 0.36\ m$$

$$\tau = Fr = 10 \times 0.36 = 3.6\ N.m$$

$$\tau = I\alpha$$

ومن العلاقتين السابقتين نحصل على :

$$\therefore F\,r = I\,\alpha$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$3.6 = 4.8 \times \alpha$$

$$\therefore \alpha = \frac{3.6}{4.8} = \frac{3}{4} = 0.75\ rad/s^2$$

(2)

لدينا العلاقة:

$$\theta = \omega_i\ t + \frac{1}{2}\ \alpha t^2$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$\theta = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 0.75 \times (4)^2$$

$$\theta = 6\ rad$$

$$p_{ro} = \frac{W_{ro}}{t}$$

$$\therefore P_{ro} = \frac{\tau\theta}{t}$$

$$= \frac{3.6 \times 6}{4} = \frac{21.6J}{4s}$$

$$p_{ro} = 5.4\ watt$$ معدل القدرة الدورانية الناتجة عن الشغل الزاوي المبذول

س5/ قرص عزم قصوره الذاتي ($1kg.m^2$) كان يدور بسرعة زاوية منتظمة اثر فيه عزم ماسي مضاد فأوقفه عن الدوران بتعجيل زاوي منتظم بعد (4s) فكان الشغل الدوراني المبذول (200J) فما مقدار العزم المؤثر المضاد؟

الحل/

لدينا العلاقة :

$$W = \Delta KE_{Rot}$$

$$\therefore W = \frac{1}{2} I(\omega_f^2 - \omega_i^2)$$

وبالتعويض بالعلاقة السابقة نحصل على :

$$-200 = \frac{1}{2} \times 1(0 - \omega_i^2)$$

$$\therefore \omega_i = 20 \text{ rad/s}$$

لدينا العلاقة :

$$\alpha = \frac{\omega_f - \omega_i}{t}$$

وبالتعويض بالعلاقة السابقة نحصل على :

$$\alpha = \frac{0-20}{4}$$

$$\therefore \alpha = -5 \text{ rad/s}^2$$ التعجيل الزاوي

لدينا العلاقة:

$$\tau = I\alpha$$

وبالتعويض بالعلاقة السابقة نحصل على :

$$\tau = 1 \text{ kg m}^2 (-5 \text{ rad/s}^2)$$

$$\therefore \tau = -5 \text{ N.m}$$ العزم المؤثر المضاد

س6/ كرة صلدة كتلتها ($0.5kg$) ونصف قطرها ($0.2m$) تدحرجت من السكون من قمة سطح مائل خشن ارتفاعه الشاقولي ($7m$) بدحرجة صرف ما مقدار طاقتها الحركية الكلية في اسفل السطح المائل علما بأن عزم القصور الذاتي للكرة الصلدة ($I_{solid\ sphere} = 2/5\ mR^2$) . اعتبر ان التعجيل الارضي يساوي ($10 m/s^2$) .

الحل:-

$$v^2 = \frac{10}{7} g\,h$$

$$v^2 = \frac{10}{7} \times 10 \times 7$$

$v^2 = 100$
$v = 10 m/s$
$v = r\,\omega$
$\omega = \frac{v}{r}$
$\omega = \frac{10}{0.2}$
$\omega = \frac{100}{2} = 50\ rad/s$
$I_{sphere} = \frac{2}{5}\, m\, r^2$
$= \frac{2}{5} \times 0.5 \times (0.2)^2$
$= \frac{2}{5} \times 0.5 \times 0.04$
$= \frac{2}{5} \times 0.02$
$= \frac{0.04}{5} = \frac{4}{500}$
$= 0.008\ kg\,.m^2$

$KE_{total} = KE_{tra} + KE_{rot}$
$= \frac{1}{2}\, m\, v^2 + \frac{1}{2}\, I\, \omega^2$
$= \frac{1}{2} \times 0.5 \times (10)^2 + \frac{1}{2} \times 0.008 \times (50)^2$
$= 0.25 \times 100 + 0.004 \times 2500$
$= 25 + 10 = 35\ J$

....

س١/:-(خارجي)مروحة عزم قصورها الذاتي($12kg\ .\ m^2$)فما مقدار العزم المدور الثابت اللازم لرفع سرعتها من (120rev/m)إلى(420rev/m)خلال(6sec) ؟

الحل:-

المعطيات($I = 12kg\ .m^2$, $\omega_i = 120\ rev/m$, $\omega_f = 420\ rev/m$, $t = 6sec$)

المطلوب($\tau = ?$)

$\omega_i = \frac{120 \times 2\pi}{60} = \frac{240 \times 3.14}{60} = \frac{240 \times 3.14}{60} = 4 \times 3.14 = 12.56\ rad/s$.

$\omega_f = \frac{420 \times 2\pi}{60} = \frac{840 \times 3.14}{60} = \frac{840 \times 3.14}{60} = 14 \times 3.14 = 43.96\ rad/s$.

$\alpha = \frac{\omega_f - \omega_i}{t}$
$= \frac{43.96 - 12.56}{6}$
$= \frac{31.4}{6} = 5.23\ rad/s^2$

$\tau = I\,.\,\alpha$
$= 12 \times 5.23$
$= 62.76\ N\,.\,m$

....

س٢/:-(خارجي)كرة وحلقة تتدحرجان على سطح أفقي بدون إنزلاق وصلتا أسفل مرتفع بنفس السرعة الخطية فإذا كان

أقصى إرتفاع شاقولي تصله الكرة على المرتفع حتى تقف(7m)فما هو الإرتفاع الشاقولي للحلقة حتى تقف ؟

الحل:-

بالنسبة للكرة فإن $v^2 = \frac{10}{7} g\, h_1$

بالنسبة للحلقة فإن $v^2 = g\, h_2$

بما إن السرعة للكرة والحلقة متساويتان فإن

$\frac{10}{7} \cancel{g}\, h_1 = \cancel{g}\, h_2$

$\frac{10}{\cancel{7}} \times \cancel{7} = h_2$

$h_2 = 10\ m$.

....

س٣/:-(خارجي)قرص كتلته(8kg)ونصف قطره(50cm)أثرت عليه قوة مماسية مقدارها(4N)فحركته من السكون .

إحسب :- ١)سرعة القرص بعد(20sec) ؟ ٢)عدد الدورات التي يدورها القرص خلال تلك الفترة ؟

٣)طاقته الحركية الدورانية في نهاية الفترة ؟

الحل:-

المعطيات($m = 8kg$, $r = 50cm$, $F=4N$, $\omega_i = 0$, $t = 20sec$)

المطلوب($1\text{-}\omega_f = ?$, $2\text{-}\theta = ?$, $3\text{-}KE_{rot} = ?$)

1-

$\tau = I \cdot \alpha$ ....(1)

$\tau = F \cdot r$ ....(2)

بتساوي المعادلتين(2 , 1) نحصل على :-

$F \cdot r = I \cdot \alpha$

$4 \times 0.5 = \frac{1}{2} m r^2 \times \alpha$

$2 = \frac{1}{2} \times 8 \times (0.5)^2 \times \alpha$

$2 = 4 \times 0.25\, \alpha$

$2 = \alpha$

$\alpha = 2\ rad/s^2$

$\omega_f = \omega_i + \alpha t$

$= 0 + 2 \times 20$

$= 40\ rad/s$

2-

$\theta = \omega_i t + \frac{1}{2} \alpha t^2$

$= 0 + \frac{1}{2} \times 2 \times (20)^2 = 400\ rad$

$\theta = \frac{400}{2\pi} = \frac{200}{\pi}\ rev$

3-

$KE_{rot} = \frac{1}{2} I \omega^2$

$I = \frac{1}{2} \times 8 \times (0.5)^2$

$= 4 \times 0.25$

$= 1\ kg \cdot m^2$

$KE_{rot} = \frac{1}{2} \times 1 \times (40)^2$

$KE_{rot} = \frac{1}{2} \times 1600 = 800\ J$

....

الفصل الثامن

الحركة الإهتزازية والموجية والصوت

(Wave and Vibration Motion and Sound)

١)لإيجاد التردد(f)والزمن الدوري(مدة الذبذبة)(T)نطبق القانونين التاليين :-

$f = \frac{1}{T}$, $T = \frac{1}{f}$

٢) لإيجاد التردد(f)والزمن الدوري(مدة الذبذبة)(T)لبندول طوله(L)نطبق القانون التالي :-

$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{L}}$, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

حيث إن :-
L :-طول البندول ويقاس بوحدات(m) .
g :-التعجيل الأرضي ويعوض حسب ما تعطى قيمته بالسؤال .

٣) لإيجاد التردد(f)والزمن الدوري(مدة الذبذبة)(T)إذا كان معلوم لدينا عدد الدورات (N) والزمن(t) نطبق القانونين التاليين :-

$f = \frac{N}{t}$, $T = \frac{t}{N}$

۞ من خلال القانونين أعلاه نستطيع إيضا" إيجاد عدد الإهتزازات(الدورات)حيث يكون القانونان بالشكل التالي :-

$N = f \times t$, $N = \frac{t}{T}$

....

مثال 1

ساعة بندولية.طول خيطها 1m. أحسب الزمن الدوري لها اذا كان بندولها يتأرجح ذهاباً واياباً بحركة توافقية بسيطة. علماً ان $g = 9.8 m/s^2$.علما" إن $\sqrt{0.1} = 0.316$

الحل /

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$T = 2 \times 3.14 \times \sqrt{\frac{1}{9.8}}$

$T = 6.28 \times \sqrt{0.1}$

T = 6.28 × 0.316 = 2 sec

....

س/:-(إختيار رقم ٢ من أسئلة الفصل)بندول بسيط طوله(2m)والتعجيل الأرضي($10m/s^2$)جد عدد الإهتزازات الكاملة له خلال(5min) ؟علما" إن $\sqrt{5} = 2.23$

الحل:-

المعطيات($L = 2m$, $g = 10m/s^2$, $t = 5min$)

المطلوب($N = ?$)

$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{L}}$

$f = \frac{1}{2 \times 3.14}\sqrt{\frac{10}{2}}$

$f = \frac{1}{6.28}\sqrt{5}$

$f = \frac{1}{6.28} \times 2.23$

$f = \frac{2.23}{6.28} = 0.355$ HZ

t = 5 × 60 = 300 sec

$N = f \times t$

= 0.355 × 300

= 106.5 wave .

....

س1 / ما الزمن الدوري لبندول بسيط يهتز توافقياً (12دورة) خلال (2min) ؟

الحل/

المعطيات($N = 12$, $t = 2min$)

المطلوب($T = ?$)

t = 2 × 60 = 120 sec

$T = \frac{t}{N}$

$T = \frac{120}{12} = 10$ sec .

....

٤)لإيجاد إنطلاق الموجة(v)في وتر نطبق القانون التالي :-

$v^2 = \frac{T\,L}{m}$

حيث إن :-

v :-إنطلاق الموجة وتقاس بوحدات(m/s) .
T:-قوة الشد في الوتر وتقاس بوحدات(N) .
m:-كتلة الوتر وتقاس بوحدات(kg) .
L:-طول الوتر ويقاس بوحدات(m) .
من خلال القانون أعلاه نستطيع إيجاد قوة الشد(T)إيضا" حيث يصبح القانون بالشكل التالي :-

$$T = \frac{m\,v^2}{L}$$

مثال 2

وتر جيتار كتلته 20g وطوله 60cm ما مقدار قوة الشد اللازمة في الوتر لكي تكون سرعة الموجة فيه 30m / s ؟

الحل/

$$\upsilon = \sqrt{\frac{T}{m/L}}$$

$$T = \frac{m\upsilon^2}{L} \Rightarrow = \frac{\frac{20}{1000} \times (30)^2}{\frac{60}{100}}$$

$$= \frac{0.02 \times 900}{0.6}$$

$$T = 30N$$ **الشد في الوتر**

س7 / آلة موسيقية وترية كتلة وترها 15g وطوله 50cm ومقدار شد الوتر 2500N احسب انطلاق الموجة في هذا الوتر ؟ علما" إن $\sqrt{83333.3} = 288.6$ ؟

الحل/

المعطيات(m=15g , L=50cm , T = 2500N)
المطلوب(v = ?)

m = 15 /1000 = 0.015 kg
L = 50 / 100 = 0.5 m

$$v^2 = \frac{T\,L}{m}$$

$$v^2 = \frac{2500 \times 0.5}{0.015}$$

$$v^2 = \frac{1250}{0.015}$$

$$v^2 = \frac{1250000}{15} = 83333.3$$

$$v = \sqrt{83333.3} = 288.6\ m/s .$$

س[١]/:-(خارجي)ما إنطلاق موجة تسري في وتر مشدود بقوة(64N)إذا كان كتلة(2m)منه تساوي(320g) ؟

الحل:-

المعطيات(m=320g , L=2m , T = 64N)

المطلوب(v = ?)

$m = 320 / 1000 = 0.32$ kg

$$v^2 = \frac{T\,L}{m}$$

$$v^2 = \frac{64 \times 2}{0.32}$$

$$v^2 = \frac{128}{0.32}$$

$$v^2 = \frac{12800}{32} = 400$$

$$v = \sqrt{400} = 20 \text{ m/s}$$

....

٥)لإيجاد الطول الموجي(λ)والتردد(f)لموجة تسير في الهواء أو الفراغ كالموجات الراديوية أو موجات الضوء نطبق القانونين التاليين :-

$$f = \frac{C}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{C}{f}$$

حيث إن :-

C:-سرعة الضوء((الموجات الراديوية))في الفراغ وتساوي(3×10^8 m/s) .

λ:-((لمدة))الطول الموجي ويقاس بوحدات(m) .

f :-التردد ويقاس بوحدات(HZ) .

....

مثال 3

رادار يرسل موجات راديوية بزمن 0.08s وبتردد 9400MHz اذا علمت ان سرعة الموجات الراديوية $C = 3 \times 10^8 m/s$ جد :

a ، الطول الموجي . b ، عدد الموجات .

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8 \text{m/s}}{9.4 \times 10^9 \text{HZ}}$$

الطول الموجي

$$\lambda = 3.19 \times 10^{-2} \text{m}$$

عدد الموجات

$$N = f\,t = (9.4 \times 10^9 \text{HZ})(8 \times 10^{-2} \text{s}) = 75.2 \times 10^7$$

س8/ رادار يرسل موجات راديوية بطول موجي 2cm ولفترة زمنية مقدارها 0.1s احسب:

a) مقدار تردد الموجة .

b) عدد الموجات المرسلة خلال هذه الفترة الزمنية .

علماً ان انطلاق الموجات الراديوية $(3 \times 10^8\ m/s)$.

الحل/

لدينا العلاقة :

$$a)\ \lambda = \frac{c}{f} \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda}$$

$$f = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow f = \frac{3\times10^8 m/s}{0.02m}$$

$$\therefore f = \frac{3}{2} \times 10^8 \times 10^2$$

$$= 1.5 \times 10^{10}\ Hz$$ مقدار التردد

$$b)\ n = ft$$

$$= 1.5 \times 10^{10}\ Hz \times 0.1\ s$$

$$= 1.5 \times 10^9$$

$$= 15 \times 10^8$$ عدد الموجات المرسلة خلال هذه الفترة الزمنية

س٢/:-(خارجي)وتر مشدود طوله(80cm)وكتلته(0.2g)إحدى نهايتيه مثبتة بشوكة رنانة تهتز بتردد(250HZ) وعندما كانت قوة الشد(2.5N)أصبح تردد الوتر مماثل لتردد الشوكة إحسب :-

١)إنطلاق الموجة ؟ ٢)الطول الوجي ؟

الحل:-

المعطيات$(L = 80cm\ ,\ m=0.2g\ ,\ f = 250HZ\ ,T = 2.5N)$.

المطلوب$(1\text{-}v = ?\ ,\ 2\text{-}\lambda = ?)$

L = 80 / 100 = 0.8 m

m = 0.2 / 1000 = 0.0002 kg

1-

$$v^2 = \frac{T\ L}{m}$$

$$v^2 = \frac{2.5 \times 0.8}{0.0002}$$

$$v^2 = \frac{2}{0.0002}$$

$$v^2 = \frac{20000}{2} = 10000$$

$$v = \sqrt{10000} = 100 \text{ m/s}$$

2-

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

$$= \frac{100}{250} = 0.4 \text{ m .}$$

---

٦)لإيجاد إنطلاق الصوت في الأجسام الصلبة نطبق التالي :-

$$v_s = \sqrt{\frac{Y}{\rho}}$$

حيث إن :-

Y :-معامل يونك للمادة الصلبة .

ρ :-كثافة المادة الصلبة .

٧) لإيجاد إنطلاق الصوت في السوائل نطبق التالي :-

$$v_s = \sqrt{\frac{\beta}{\rho}}$$

حيث إن :-

β :-معامل مرونة السائل .

ρ :-كثافة السائل .

مثال 4 اذا طرق احد طرفي ساق من الألمنيوم بواسطة مطرقة فانتشرت عبر الساق موجة طولية احسب انطلاق الصوت في ساق الألمنيوم. علما ان معامل يونك للالمنيوم يساوي $7 \times 10^{10} \, N/m^2$ ، وان كثافة الألمنيوم $2.70 \times 10^3 kg/m^3$ علما" إن $\sqrt{26000000} = 5100$

الحل/

$$\upsilon_s = \sqrt{\frac{Y}{\rho}}$$

$$v_s = \sqrt{\frac{7 \times 10^{10}}{2.7 \times 10^3}}$$

$$= \sqrt{2.6 \times 10^7}$$

$$= \sqrt{26000000} = 5100 \text{ m/s}$$

مثال 5

احسب انطلاق الصوت في الماء الذي معامل مرونته $2.1 \times 10^9 N/m^2$ وكثافته $1 \times 10^3 kg/m^3$.

الحل/

$$\upsilon_s = \sqrt{\frac{\beta}{\rho}}$$

$$= \sqrt{\frac{2.1 \times 10^9 N/m^2}{1 \times 10^3 kg/m^3}} = 1449 m/s$$ انطلاق الصوت في الماء

---

٧)لإيجاد تردد الضربات نطبق القانون التالي :-

$$f_B = f_1 - f_2$$

حيث إن :-

f_B :-تردد الضربات ويقاس بوحدات(beats/sec)(ضربة/ثانية) .

f_1 :-تردد الموجة الأولى .

f_2 :-تردد الموجة الثانية .

٨)لإيجاد معدل تردد موجتين نطبق القانون التالي :-

$$f = \frac{f_1 + f_2}{2}$$

مثال 6

يراد تعيين تردد شوكة رنانة طرقت بالقرب من اخرى مهتزة بتردد 446Hz فسمعت منها 7beats / sec كم هو تردد الشوكة المجهولة ؟

الحل:-

$f_B = f_1 - f_2$

$7 = f_1 - 446$

$f_1 = 7 + 446$

$f_1 = 453$ HZ

OR

$7 = 446 - f_2$

$f_2 = 446 - 7$

$f_2 = 439$ HZ

---

٨)لإيجاد طول الوتر(L)إذا كان معلوم لدينا عدد البطون(n)والطول الموجي(λ)نطبق القانون التالي :-

$$L = \frac{n\lambda}{2}$$

من خلال القانون أعلاه نستطيع إيضا" إيجاد عدد البطون والطول الموجي حيث إن :-

$$n = \frac{2L}{\lambda} \quad , \quad \lambda = \frac{2L}{n}$$

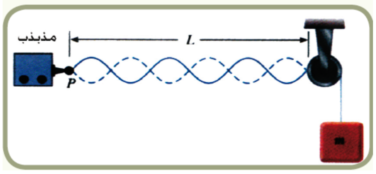
٩)لإيجاد التردد(f)إذا كان معلوم لدينا إنطلاق الموجة(v)وطول الوتر(L)وعدد البطون(n)نطبق القانون التالي :-

$$f = \frac{n\,v}{2L}$$

۞ عندما يطلب منا إيجاد التردد التوافقي الأول((النغمة التوافقية الأولى))فإننا نعوض عن قيمة(n)بالعدد(١)وكذلك لإيجاد التردد التوافقي الثاني((النغمة التوافقية الثانية)) فإننا نعوض عن قيمة(n)بالعدد(٢) ، و هكذا .

مثال 7

في الشكل (34) وتر طوله 42cm تولدت فيه موجة واقفة تتألف من ستة بطون وبانطلاق 84m/s جد كلا من طول الموجة وتردداته التوافقية الاولى والثانية ؟



الحل:-

المعطيات(L =42cm , n =6wave , v= 84m/s)

المطلوب(λ= ? , f_1 , f_2 = ?)

L = 42 /100 = 0.42 m

$$\lambda = \frac{2L}{n}$$

$$\lambda = \frac{2\times0.42}{6}$$

$$\lambda = \frac{0.84}{6} = 0.14m$$

$$f = \frac{n\,v}{2L}$$

$$f = \frac{1\times84}{2\times0.42}$$

$$f = \frac{84}{0.84}$$

f = 100HZ

$$f = \frac{n\,v}{2L}$$

$$f = \frac{2\times84}{2\times0.42}$$

$$f = \frac{84}{0.42}$$

f = 200HZ

س٣/:-(خارجي)يهتز وترطوله(2m)مكونا"(6)بطون بتردد(300HZ)ومشدود بقوة(400N)جد :-

١)طول الموجة المتولدة فيه ؟ ٢)إنطلاق الموجة المستعرضة ؟ ٣)كتلة الوتر ؟

الحل:-

المعطيات(L =2m , n = 6wave , f = 300HZ , T = 400N)

المطلوب(1- λ = ? , 2- v= ? , 3-m = ?)

1-

$\lambda = \frac{2L}{n}$

$\lambda = \frac{2\times2}{6}$

$\lambda = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$ m

2-

$v = f \times \lambda$

$v = 300 \times \frac{2}{3}$

$v = 100 \times 2$

$v = 200$ m/s

3-

$v^2 = \frac{T\,L}{m}$

$m = \frac{T\,L}{V^2}$

$m = \frac{400 \times 2}{(200)^2}$

$m = \frac{800}{40000}$

$m = \frac{8}{400}$

m = 0.02 kg = 20g .

....

١٠)لإيجاد شدة الصوت(I)نطبق القانون التالي :-

$I = \frac{P}{A}$

حيث إن :-

I:-شدة الصوت وتقاس بوحدات($watt/m^2$) .

P:-القدرة الصوتية وتقاس بوحدات(watt) .

A:-المساحة وتقاس بوحدات(m^2) .

١١)لإيجاد مستوى الشدة(L_I)نطبق القانون التالي :-

$L_I = 10 \log_{10} \frac{I}{I_\circ}$

حيث إن :-

L_I :-مستوى شدة الصوت ويقاس بوحدات(ديسي بيل ، dB) .

I :-شدة الصوت .

$I_\circ$:-شدة عتبة السمع وقيمتها(1×10^{-12} $watt/m^2$) .

۞ معلومات بسيطة عن اللوغارتيمات

1) $\log_{10} AB = \log_{10} A + \log_{10} B$

2) $\log_{10}\frac{A}{B} = \log_{10} A - \log_{10} B$

3) $\log_{10} 10 = 1$, $\log_{10} 100 = 2$, $\log_{10} 1000 = 3$ ....

مثال 8

وضعت آلتان متماثلتان على البعد نفسه من عامل . شدة الصوت الواصل من كل آلة لموقع العامل هو $2\times10^{-7}\ Watt/m^2$ ، اوجد مستوى الشدة للصوت المسموع من قبل العامل a) عندما تعمل إحدى الآلتان . b) عندما تعمل الآلتان معاً .

الحل /

المعطيات($I_1 = 2 \times 10^{-7} watt/m^2$) .

المطلوب($1- L_{I1} = ?$, $2- L_{I2} = ?$) .

a) نحسب مستوى الشدة L_I عند موضع العامل عندما تعمل إحدى الآلتان من المعادلة الآتية :

$L_{I1} = 10\log_{10}\frac{I_1}{I_\circ}$

$L_{I1} = 10\log_{10}\frac{2\times10^{-7}}{1\times10^{-12}}$

$L_{I1} = 10\log_{10} 2 \times 10^5$

$L_{I1} = 10(\log_{10} 2 + \log_{10} 10^5)$

$L_{I1} = 10\times 0.3 + 10\times 5$

$L_{I1} = 3 + 50 = 53\ dB$.

b) عندما تعمل الآلتان معا" فإن شدة الصوت ستتضاعف عندها سيكون مستوى الشدة أكبر .

$L_{I2} = 10\log_{10}\frac{I_2}{I_\circ}$

$L_{I2} = 10\log_{10}\frac{4\times10^{-7}}{1\times10^{-12}}$

$L_{I2} = 10\log_{10} 4 \times 10^5$

$L_{I2} = 10(\log_{10} 4 + \log_{10} 10^5)$

$L_{I2} = 10\times 0.6 + 10\times 5$

$L_{I2} = 6 + 50 = 56\ dB$.

اي عندما تتضاعف الشدة يزداد مستوى الشدة بمقدار 3dB فقط.

س2 / طائرة مروحية على بعد (10m) عن سامع تبعث صوتها بانتظام في جميع الاتجاهات فاذا كان مستوى شدة صوتها (100 dB) يتحسسه هذا السامع فما :

a) مقدار القدرة الصوتية الصادرة عن هذه الطائرة .

b) ما المعدل الزمني للطاقة الصوتية الساقطة على طبلة اذن سامع مساحتها ($8\times10^{-3}m^2$).

الحل:-

المعطيات($r = 10m$, $L_I = 100dB$, $A = 8 \times 10^{-3}\ m^2$)

المطلوب($a\text{-}P = ?$, $b\text{-}P_{av} = ?$) .

a-

$$L_I = 10 \log_{10} \frac{I}{I_\circ}$$

$$100 = 10 \log_{10} \frac{I}{10^{-12}}$$

$$100 = 10 \log_{10} I \times 10^{12}$$

$$\frac{100}{10} = \log_{10} I + \log_{10} 10^{12}$$

$$10 = \log_{10} I + 12$$

$$10 - 12 = \log_{10} I$$

$$-2 = \log_{10} I$$

$I = 10^{-2}\ watt/m^2$. شدة صوت الطائرة عند اذن السامع

$$I = \frac{P_{av}}{A}$$

$$P_{av} = I \times A$$

$$= 10^{-2} \times 4\pi r^2$$

$$= 10^{-2} \times 4\pi \times 10^2$$

$=4\pi$ Watt   معدل قدرة الطائرة

المعدل الزمني للطاقة الصوتية هي القدرة

$$b)\ I = \frac{P_{av}}{A} \Rightarrow 10^{-2} = \frac{P_{av}}{8 \times 10^{-3}}$$

$$\therefore P_{av} = 8 \times 10^{-5}\ Watt$$

المعدل الزمني للطاقة الصوتية الساقطة على طبلة اذن سامع مساحتها $(8 \times 10^{-3})\ m^2$

س3/ احسب التغير في مستوى شدة الصوت المنبعث من مذياع اذا تغيرت قدرة الصوت من $(25 \times 10^{-3}\ Watt)$ الى $(250 \times 10^{-3}\ Watt)$.

الحل/

$$I = \frac{P}{A}$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{\frac{P_2}{A}}{\frac{P_1}{A}} = \frac{P_2}{P_1} \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots(1)$$

$$\because L_I = 10 \log \frac{I}{I_o}$$

$$\Delta L_I = L_{I_2} - L_{I_1}$$

$$\Delta L_I = 10 \log \frac{I_2}{I_o} - 10 \log \frac{I_1}{I_o}$$

$$\Delta L_I = 10 \log \frac{\frac{I_2}{I_o}}{\frac{I_1}{I_o}}$$

$$\Delta L_I = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$$

وبالتعويض عن $\frac{I_2}{I_1}$ بما يساويها العلاقة (1) فان:

$$\Delta L_I = 10 \log \frac{p_2}{p_1}$$

$$= 10 \log \frac{250 \times 10^{-3}}{25 \times 10^{-3}}$$

$$= 10 \log 10$$

$$= 10 \times 1$$

$$= 10 \text{ dB}$$ التغير في مستوى شدة صوت المذياع

س4/ تبلغ القدرة الصوتية الصادرة من صافرة $3.5\ \pi\ m\ W$ ، على اي مسافة تكون شدة الصوت $(1.2 \times 10^{-4}\ Watt/m^2)$.

الحل /

$$I = \frac{P}{A}$$

$$I = \frac{P}{4\pi\ r^2}$$

$$\therefore r^2 = \frac{P}{4\pi\ I}$$

$$= \frac{3.5\ \pi \times 10^{-3}}{4\pi \times 1.2 \times 10^{-4}}$$

$$r^2 = 7.292$$

$$\therefore r = 2.7\ m$$

س5/ ما النسبة بين شدتي صوتين بالنسبة لسامع اذا كان الفرق بين مستوى شدتيهما 40dB .

الحل/

$$L_{I1} = 10 \log \frac{I_1}{I_o}$$

$$L_{I2} = 10 \log \frac{I_2}{I_o}$$

$$\Delta L_I = L_{I2} - L_{I1} = 10 \log \frac{I_2}{I_o} - 10 \log \frac{I_1}{I_o}$$

$$\Delta L_I = 10 \log \frac{\frac{I_2}{I_o}}{\frac{I_1}{I_o}}$$

$$\Delta L_I = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$$

$$\therefore 40\ dB = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$$

$\therefore \frac{I_2}{I_1} = 10^4$ النسبة بين شدتي الصوتين بالنسبة لسامع

س6/ ساعة جدارية تصدر دقاتها صوتاً قدرته $(4\pi \times 10^{-3} Watt)$ هل يستطيع شخص اعتيادي سماع هذه الدقات إذا كان يقف على بعد 15m منها ؟

الحل /

$$I = \frac{P}{A}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-3}}{4\pi r^2}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-3}}{4\pi \times (15)^2} = \frac{1}{225} \times 10^{-3}$$

$$I = 4.444 \times 10^{-6} \ W / m^2$$

---

١١)تأثير دوبلر(ظاهرة دوبلر)ينص قانون هذه الظاهرة على :-

$$f' = \frac{V - V_\circ}{V - V_S} \times f$$

حيث إن :-

f' :-التردد الظاهري .

f :-تردد المصدر .

v :-سرعة الصوت في الهواء .

$v_\circ$:-سرعة السامع .

v_s :-سرعة المصدر .

۞ ملاحظات هامة على إستعمال الإشارات في قانون تأثير دوبلر :-

١)في حالة الإقتراب نعوض عن إشارة المصدر بإشارة موجبة والسامع بإشارة سالبة في القانون أعلاه .
أي(م م ، س س)معناها(مصدر موجب ، سامع سالب) .وتعكس الإشارات في حالة الإبتعاد .

٢)إذا كان السامع ساكن فإننا نعوض قيمته (صفر)في المعادلة أعلاه وكذلك إذا كان المصدر ساكن فإننا نعوض قيمته (صفر) .

مثال 9

سيارة تتحرك في خط مستقيم بانطلاق ثابت $(72km/h)$ نسبة الى رجل واقف على الرصيف وكان منبه الصوت في السيارة يصدر صوتاً بتردد $(644Hz)$ وانطلاق الصوت في الهواء حينذاك $(342m/s)$. احسب مقدار كل من التردد الذي يسمعه الرجل والطول الموجي المسموع عندما تكون السيارة متحركة :

a) نحو الرجل . **b) بعيداً عن الرجل .**

الحل /

$$f` = \left(\frac{\upsilon - \upsilon_o}{\upsilon - \upsilon_s}\right) \times f$$

a) بما ان المصدر المصوت يقترب من السامع فان سرعة المصدر تكون باشارة موجبة

(لانها مع اتجاه انتشار موجة الصوت) .

$$\upsilon_s = \frac{72 \times 1000}{3600} = +20\text{m/s}$$

$$f` = \frac{342 - 0}{342 - (+20)} \times 644$$

$$= \frac{342}{322} \times 644$$

$$f` = 684\ \text{Hz}$$

نفرض ان الطول الموجي المسموع λ'

$$\lambda' = \frac{\upsilon}{f`}$$

$$\lambda' = \frac{342}{684} = 0.5\text{m}$$

b) بما ان المصدر المصوت يبتعد عن السامع فان سرعة المصدر تعوض باشارة سالبة

(لانها عكس اتجاه انتشار موجة الصوت) $\upsilon_s = -20\text{m/s}$.

$$f` = \left(\frac{\upsilon - \upsilon_o}{\upsilon - \upsilon_s}\right) \times f$$

$$f` = \frac{342 - 0}{342 - (-20)} \times 644$$

$$= \frac{342}{362} \times 644$$

$$f` = 608.42\ \text{Hz}$$

$$\lambda' = \frac{\upsilon}{f`}$$

$$= \frac{342}{608.42} = 0.5621\text{m}$$

مثال 10

راكب دراجة يتحرك بسرعة ($5m/s$) بخط مستقيم نسبة الى مصدر مصوت ساكن يبعث صوتاً بتردد ($1035Hz$) وكان انطلاق الصوت في الهواء حينذاك ($345m/s$) . احسب مقدار كل من التردد والطول الموجي الذي يسمعه راكب الدراجة اذا كان متحركاً : a) نحو المصدر . b) بعيداً عن المصدر .

الحل /

$$f` = \left(\frac{\upsilon - \upsilon_o}{\upsilon - \upsilon_s}\right) \times f$$

a) بما ان السامع (راكب الدراجة) يتحرك نحو المصدر فتكون سرعة السامع $\upsilon_o = (-5m/s)$ باشارة سالبة (لانها باتجاه معاكس لاتجاه انتشار موجة الصوت) .

$$f` = \frac{345 - (-5)}{345 - 0} \times 1035$$

$$= \frac{350}{345} \times 1035$$

$$f` = 1050 \text{ Hz}$$

عندما يكون المصدر ساكناً فان الطول الموجي للصوت الذي يبعثه المصدر لايتغير فتكون :

$$\upsilon = \lambda' f$$

$$\lambda' = \lambda = \frac{\upsilon}{f}$$

$$\lambda' = \frac{345}{1050} = 0.33m$$

b) بما ان السامع (راكب الدراجة) يتحرك بعيداً عن المصدر فتكون سرعة السامع $\upsilon_o = (+5m/s)$ باشارة موجبة (لانها باتجاه انتشار موجة الصوت) .

$$f` = \frac{345 - (+5)}{345 - 0} \times 1035$$

$$= \frac{340}{345} \times 1035$$

$$f` = 1020 \text{ Hz}$$

$$\lambda' = \lambda = \frac{\upsilon}{f}$$

$$\lambda' = \frac{340}{1035}$$

$$= 0.33m$$

س9/ ما انطلاق مصدر مصوت اذا كان متحركاً بسرعة منتظمة نسبة الى فتاة واقفة عندما تسمع الفتاة تردد صوت المصدر يزداد بمقدار 5% من تردده الحقيقي وكان انطلاق الصوت في الهواء انذاك (340m/s) .

الحل/

بما ان التردد المسموع يزداد بمقدار (5%) من التردد الحقيقي فيكون :

$$f' = f + 0.05\ f$$

$$= 1.05\ f$$

وهذا يعني ان المصدر يقترب من السامع الساكن (الفتاة) فتعوض سرعة المصدر باشارة موجبة .

لدينا العلاقة :

$$f' = \frac{\upsilon - \upsilon_{\circ}}{\upsilon - \upsilon_s} \times f$$

$$1.05\ f = \frac{340 - 0}{340 - (+\upsilon_s)} \times f$$

($\upsilon_{\circ} = 0$ لان السامع ساكن)

$$1.05\ f = \frac{340}{340 - \upsilon_s} \times f$$

$$340 = 1.05 \times (340 - \upsilon_s)$$

$$1.05\ \upsilon_s = 357 - 340$$

$$1.05\ \upsilon_s = 17$$

$$\upsilon_s = 16.9\ m/s$$

س10/ تحرك صبي بسرعة منتظمة (5m/s) مقترباً من مصدر مصوت ساكن، فسمع الصبي تردد المصدر بمقدار (700Hz) وكان انطلاق الصوت في الهواء انذاك (345m/s) احسب التردد الحقيقي للمصدر حينذاك ؟

الحل/

بما ان الصبي (السامع) يقترب من المصدر فتعوض سرعة السامع باشارة سالبة $(\upsilon_s = -5\ m/s)$ لانها باتجاه معاكس لاتجاه انتشار موجة الصوت.

لدينا العلاقة :

$$f' = \frac{\upsilon - \upsilon_\circ}{\upsilon - \upsilon_s} \times f$$

$$700 = \frac{345 - (-5)}{345 - 0} \times f$$ (لان السامع ساكن $\upsilon_\circ = 0$)

$$700 = \frac{350}{345} \times f$$

$$f = \frac{700 \times 345}{350}$$

$= 690\ Hz$

س٤/:-(خارجي)سيارة إطفاء تردد صوت صافرة إنذارها(400HZ)تسير بسرعة(30m/s)بإتجاه شخص جالس في سيارة تسير بسرعة(20m/s) . فما هو التردد المسموع من قبل الشخص الجالس في السيارة والطول الموجي ؟ علما" إن سرعة الصوت في الهواء(345m/s) ؟

الحل:-

المعطيات(f = 400HZ , $\mathcal{V}_s$ = 30m/s , $\mathcal{V}_\circ$ = 20m/s , $\mathcal{V}$ = 345m/s)

المطلوب(1- f' = ? , 2- λ = ?)

بما إن كل من المصدر والسامع كلاهما مقترب من الآخر إذا" نعوض عن إشارة المصدر(موجب) والسامع(سالب) فيكون :-

$$f' = \frac{V - V_\circ}{V - V_S} \times f$$

$$f' = \frac{345-(-20)}{345-(+30)} \times 400$$

$$f' = \frac{345-(-20)}{345-(+30)} \times 400$$

$$f' = \frac{345+20}{345-30} \times 400$$

$$f' = \frac{365}{315} \times 400$$

$f' = 1.15 \times 400$

$f' = 460$ HZ .

$$\lambda' = \frac{V}{f'}$$

$$= \frac{345}{460} = 0.75 \text{ m .}$$

س°/:-(خارجي)صاروخ موجه يصفر خلال حركته في الهواء مولدا" نغمة ترددها(600HZ)يقترب من هدفه بإنطلاق (85%)من إنطلاق الصوت إحسب تردد الصوت الذي يسمعه الناس قرب الهدف ؟

الحل:-

المعطيات($f = 600$HZ , $v_s = 85\%\ v$, $v_\circ = 0$m/s)

المطلوب($f' = ?$)

$v_s = 85\%\ v$

$v_s = 0.85\ v$

بما إن المصدر مقترب إذا" تكون إشارته(موجبة)

$$f' = \frac{V - V_\circ}{V - V_s} \times f$$

$$f' = \frac{V-0}{V-(+0.85V)} \times 600$$

$$f' = \frac{V}{V-0.85V} \times 600$$

$$f' = \frac{\cancel{V}}{0.15\cancel{V}} \times 600$$

$$f' = \frac{600}{0.15}$$

$f' = \frac{60000}{15}$ ⇨ $f' = 4000$ HZ .

الفصل التاسع

التيار الكهربائي (Electric Current)

١)لإيجاد التيار الكهربائي نطبق القانون التالي :-

$$I = \frac{q}{t}$$

حيث إن :-

I :-التيار الكهربائي ويقاس بوحدة(الأمبير ، A) .

q :-الشحنة الكهربائية وتقاس بوحدة(الكولوم ، C) .

t :-الزمن ويقاس بوحدة(الثانية ، sec) .

۞ من خلال القانون أعلاه نستطيع إيضا" إيجاد الشحنة الكهربائية(q)فيكون القانون بالشكل التالي :-

$$q = I \times t$$

٢)لإيجاد عدد الإلكترونات(n) نطبق القانون التالي :-

$$n = \frac{q}{1.6 \times 10^{-19}}$$

....

مثال 1 عندما تضغط على احد ازرار حاسبة الجيب، فان بطارية الحاسبة تجهز تياراً مقداره 300×10^{-6}A في زمن قدره 10^{-2}s :

a – ما مقدار الشحنة المنسابة في هذه الزمن ؟

b – كم هو عدد الالكترونات المنساب في هذه الفترة الزمنية ؟

الحل/

المعطيات($I = 300 \times 10^{-6}$ A , $t = 10^{-2}$sec)

المطلوب(1-q = ? , 2-n = ?)

1-

$$q = I \times t$$

$$q = 300 \times 10^{-6} \times 10^{-2}$$

$$q = 300 \times 10^{-8}\ C$$

2-

$$n = \frac{q}{1.6 \times 10^{-19}}$$

$$n = \frac{300 \times 10^{-8}}{1.6 \times 10^{-19}}$$

$$n = \frac{3 \times 10^{-6}}{16 \times 10^{-19}} = 1.9 \times 10^{13}\ e .$$

٣)لإيجاد سرعة الإنجراف للإلكترونات((الشحنات))نطبق القانون التالي :-

$$v_D = \frac{I}{A\,N\,e}$$

حيث إن :-

v_D :-سرعة إنجراف الإلكترونات وتقاس بوحدات(m/s) .

I :-التيار الكهربائي .

A :-مساحة المقطع العرضي .

N :-عدد الإلكترونات في وحدة الحجم .

e :-شحنة الإلكترون وتساوي(1×10^{-19}) .

مثال 2

سلك نحاس مساحة مقطعه العرضي ($2mm^2$) يمر فيه تيار ($10A$) . احسب سرعة الانجراف υ_D للالكترونات الحرة في هذا السلك. علماً ان عدد الالكترونات الحرة في وحدة الحجم من مادته (N) يساوي $8.5 \times 10^{28}\ \frac{e}{m^3}$.

الحل/

المعطيات($A = 2mm^2$, $I = 10A$, $N = 8.5 \times 10^{28}\ e/m^3$)

المطلوب(v_D = ?) .

$A = 2 \times 10^{-6}\ m^2$

$$v_D = \frac{I}{A\,N\,e}$$

$$v_D = \frac{10}{2 \times 10^{-6} \times 8.5 \times 10^{28} \times 1.6 \times 10^{-19}}$$

$$v_D = \frac{10}{17 \times 10^{22} \times 1.6 \times 10^{-19}}$$

$$v_D = \frac{10}{27.2 \times 10^{3}}$$

$$v_D = \frac{100}{272 \times 10^{3}} = 0.36 \times 10^{-3}\ m/s\ .$$

---

٤)لإيجاد المقاومة الكهربائية إذا كان لدينا موصل طوله(L)ومساحة مقطعه العرضي(A) نطبق القانون التالي :-

$$R = \rho \times \frac{L}{A}$$

حيث إن :-

R :-المقاومة الكهربائية وتقاس بوحدة(الأوم ، Ω) .

ρ :-(رو)المقاومية وتقاس بوحدات(Ω . m) .

L :-طول الموصل .

A :-مساحة المقطع العرضي للموصل .

---

٥)من خلال قانون أوم الذي سبق دراسته في المرحلة المتوسطة نستطيع إيجاد كل من :-

$$V = I\,R \quad , \quad I = \frac{V}{R} \quad , \quad R = \frac{V}{I}$$

مثال 3

قطعة من سلك نحاس مساحة مقطعه ($4mm^2$) وطوله ($2m$) ومقاومته تساوي ($1.72\times10^{-8}\Omega.m$) جد:

a) المقاومة الكهربائية للسلك عند درجة حرارة $20°C$.

b) فرق الجهد على طرفي السلك عندما ينساب فيه تياراً مقداره $10A$ ؟

الحل/

المعطيات($A = 4mm^2$, $L = 2m$, $\rho = 1.72 \times 10^{-8}\ \Omega . m$, $I = 10A$) .

المطلوب($1\text{-}R = ?$, $2\text{-}V = ?$) .

1-

$A = 4 \times 10^{-6}\ m^2$

$R = \rho \times \frac{L}{A}$

$R = 1.72 \times 10^{-8} \times \frac{2}{4 \times 10^{-6}}$

$R = 1.72 \times 10^{-8} \times 0.5 \times 10^6$

$R = 0.86 \times 10^{-2}\ \Omega$

2-

$V = I R$

$V = 10 \times 0.86 \times 10^{-2}$

$V = 8.6 \times 10^{-2}$ Volt

....

س/١:-(خارجي) إحسب مقاومة اسطوانة معدنية طولها ($10cm$) ومساحة مقطعها يساوي ($2\times10^{-4}m^2$) . ثُمَّ إحسب مقاومة اسطوانة من الزجاج لها نفس ابعاد الاسطوانه المعدنية ثُمَّ قارن بين المقاومتين . مع العلم بان المقاومية لمادة الاسطوانه المعدنية تساوي ($2.82\times10^{-8}\Omega.m$) والمقاومية لهذا النوع من الزجاج تساوي ($10^{10}\Omega.m$) .

الحل:-

نفرض إن مقاومة الإسطوانة المعدنية (R_m)

نفرض إن مقاومة الإسطوانة الزجاجية (R_G)

بالنسبة للإسطوانة المعدنية فإن المقاومة(R_m) تساوي :-

$R_m = \rho \times \frac{L}{A}$

$R_m = 2.82 \times 10^{-8} \times \frac{10 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-4}}$

$R_m = 2.82 \times 10^{-8} \times 5 \times 10^2$

$R_m = 14.1 \times 10^{-6}\ \Omega$

بالنسبة للإسطوانة الزجاجية فإن المقاومة(R_G) تساوي :-

$R_G = \rho \times \frac{L}{A}$

$$R_G = 10^{10} \times \frac{10 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-4}}$$

$$R_G = 10^{10} \times 5 \times 10^{2}$$

$$R_G = 5 \times 10^{12}\ \Omega$$

$$\frac{R_G}{R_m} = \frac{5 \times 10^{12}}{14.1 \times 10^{-6}}$$

$$\frac{R_G}{R_m} = 0.354 \times 10^{18}$$

$$R_G = 0.354 \times 10^{18}\ R_m$$

أي إن مقاومة الإسطوانة الزجاجية أكبر بـ(0.354×10^{18})من مقاومة الإسطوانة المعدنية .

....

٦)لإيجاد المعامل الحراري للمقاومية نطبق القانون التالي :-

$$\alpha = \frac{\Delta\rho}{\rho_\circ \times \Delta T} \quad , \quad \Delta\rho = \alpha \times \rho_\circ \times \Delta T \quad , \Delta T = \frac{\Delta\rho}{\rho_\circ \times \alpha}$$

حيث إن :-

α :-المعامل الحراري للمقاومية وتقاس بوحدات($\frac{1}{C^\circ}$) .

ρ :-المقاومية عند درجة الحرارة(T) .

$\rho_\circ$:- المقاومية عند درجة الحرارة($T_\circ$) .

$T_\circ$:-درجة الحرارة الإبتدائية .

T :- درجة الحرارة النهائية .

....

٧)لإيجاد المقاومة عند درجة حرارة معينة نطبق القانون التالي :-

$$R = R_\circ [\, 1 + \alpha\, (\, T - T_\circ) \,]$$

حيث إن :-

R :- المقاومة الكهربائية عند درجة الحرارة النهائية(T) .

$R_\circ$:- المقاومة الكهربائية عند درجة الحرارة الإبتدائية($T_\circ$) .

ومنه نجد إيضا"(α)

$$\alpha = \frac{\Delta R}{R_\circ \times \Delta T}$$

ومنه نجد إيضا"(ΔT)

$$\Delta T = \frac{\Delta R}{R_\circ \times \alpha}$$

....

مثال 4

في الطباخ الكهربائي سلك بطول ($1.1m$) وبمساحة مقطع عرضي ($3.1\times10^{-6}m^2$) عند اشتغال الطباخ ترتفع درجة حرارة السلك نتيجة لمرور التيار الكهربائي فيه . فاذا كانت المادة المصنوع منها السلك لها مقاومية ($\rho_\circ = 6.8\times10^{-5}(\Omega.m)$) في درجة حرارة ($T_\circ$=320ºC) والمعامل الحراري للمقاومية $\alpha = 2.0\times10^{-3}(1/ºC)$ ، أحسب مقاومة السلك في درجة حرارة 420ºC.

الحل:-

المعطيات($L = 1.1m$, $A = 3.1 \times 10^{-6}\ m^2$, $\rho_\circ = 6.8 \times 10^{-5}\Omega\ .m$, $T_\circ = 320\ °C$, $\alpha = 2 \times 10^{-3} 1/°C$, $T = 420\ °C$) .

$$\Delta T = T - T_\circ = 420 - 320 = 100\ °C$$

$\alpha = \dfrac{\Delta\rho}{\rho_\circ \times \Delta T}$

$\Delta\rho = \alpha \times \rho_\circ \times \Delta T$

$=2 \times 10^{-3} \times 6.8 \times 10^{-5} \times 100$

$=2 \times 10^{-3} \times 680 \times 10^{-5}$

$= 1360 \times 10^{-8}$

$\Delta\rho = \rho - \rho_\circ$

$\rho = \Delta\rho + \rho_\circ$

$= 1360 \times 10^{-8} + 6.8 \times 10^{-5}$

$= 1.36 \times 10^{-5} + 6.8 \times 10^{-5}$

$= 8.16 \times 10^{-5}\ \Omega . m$

$R = \rho \times \dfrac{L}{A}$

$R = 8.16 \times 10^{-5} \times \dfrac{1.1}{3.1 \times 10^{-6}}$

$R = \dfrac{8.976 \times 10^{-5}}{3.1 \times 10^{-6}}$

$R = \dfrac{8976 \times 10^{-5}}{3100 \times 10^{-6}}$

$R = 2.9 \times 10^{1} = 29\ \Omega$

....

س1/ ملف نحاسي لمحرك كهربائي مقاومته (50Ω) في درجة حرارة $20°C$ وبعد فترة من الزمن اصبحت مقاومته (60Ω) فما مقدار درجة حرارته الجديدة؟ علماً بأن المعامل الحراري لمقاومية النحاس $39.3 \times 10^{-4}\ (C^{-1})$.

الحل:-

المعطيات$(R_\circ = 50\Omega\ ,\ T_\circ = 20°C\ ,\ R = 60\Omega\ ,\ \alpha = 39.3 \times 10^{-4}\ °C^{-1})$.

المطلوب$(T = ?)$.

$\Delta R = R - R_\circ = 60 - 50 = 10\ \Omega$

$\Delta T = \dfrac{\Delta R}{R_\circ \times \alpha}$

$\Delta T = \dfrac{10}{50 \times 39.3 \times 10^{-4}}$

$\Delta T = \dfrac{10}{1965 \times 10^{-4}}$

$\Delta T = \dfrac{10 \times 10^{4}}{1965} = \dfrac{100000}{1965} = 50.9$

$\Delta T = T - T_\circ$

$T = \Delta T + T_\circ$

$T = 50.9 + 20 = 70.9 \approx 71\ °C$

....

٨)لإيجاد القوة الدافعة الكهربائية$(\mathcal{E})$إذا كان معلوم لدينا الشغل(W) والشحنة(q) نطبق القانون التالي :-

$\mathcal{E} = \dfrac{W}{q}$

حيث إن :-

$\mathcal{E}$:-القوة الدافعة الكهربائية وتقاس بوحدات(فولط ، volt) .
W:-الشغل ويقاس بوحدة(جول ، J) .
q :-الشحنة الكهربائية .

---

٩)لإيجاد القوة الدافعة الكهربائية($\mathcal{E}$)للبطارية نطبق القانون التالي :-

$$\mathcal{E} = V + I\,r$$

۞ من خلال القانون أعلاه نستطيع إيجاد فرق الجهد بين طرفي البطارية :-

$$V = \mathcal{E} - I\,r$$

حيث إن :-
V :-فرق الجهد ويقاس بوحدة(الفولط ، volt) .
I :-التيار الكهربائي ويقاس بوحدة(الأمبير ، A) .
r :-المقاومة الداخلية للبطارية وتقاس بوحدة(الأوم ، Ω) .

۞بالتعويض في معادلة القوة الدافعة الكهربائية($\mathcal{E}$)للبطارية عن(V = I R) نحصل على :-

$$\mathcal{E} = I\,R + I\,r$$
$$\mathcal{E} = I\,(R + r)$$

ومنه نجد

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$$

حيث إن :-
R :-مقاومة الحمل .

---

١٠)لإيجاد القدرة الكهربائية نطبق إحدى القوانين التالية :-

$$P = I\,V$$

$$P = I^2 R$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

---

١١)لإيجاد الطاقة الكهربائية نطبق القانون التالي :-

$$E = P \times t$$

((ربط المقاومات))

أولا":- ربط التوالي ومميزاته هي :-
١-تيار الدائرة الرئيسي(I_{total})هو نفسه يمر بجميع المقاومات أي إن :-
تيار الدائرة= التيارالماربالمقاومةالأولى= التيارالمار بالمقاومة الثانية = ... الخ .

$$I_{total} = I_1 = I_2 = \ldots\ldots\ldots\ldots$$

٢-فرق الجهد الكهربائي للدائرة(V_{total})يساوي مجموع فروق الجهد على طرفي كل مقاومة أي إن:-
فرق جهد المصدر=فرق الجهدبين طرفي المقاومةالأولى+فرق الجهد بين طرفي المقاومةالثانية+..ألخ.

$$V_{total} = V_1 + V_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

٣-المقاومة الكلية للدائرة(المكافئة)تساوي مجموع تلك المقاومات .
المقاومة الكلية=المقاومةالأولى + المقاومة الثانية + ... ألخ .

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots$$

ثانيا" :-ربط التوازي ومميزاته هي :-

١-فرق جهد المصدر(الدائرة)(V_{total})هو نفسه يمر بجميع المقاومات أي إن :-

فرق جهد المصدر= فرق الجهد بين طرفي المقاومة الأولى = فرق الجهد بين طرفي المقاومة الثانية = ... ألخ .

$V_{total} = V_1 = V_2 = ...$

٢-تيار الدائرةالرئيسي(I_{total})يساوي مجموع التيارات المارة بالمقاومات أي إن :-

تيار الدائرة= التيارالماربالمقاومةالأولى+ التيارالمار بالمقاومة الثانية + ... ألخ .

$I_{total}= I_1 + I_2 + ...$

٣- مقلوب المقاومة الكلية للدائرة(المكافئة)تساوي مجموع مقلوب تلك المقاومات .

$$\frac{1}{\text{المقاومة الكلية}} = \frac{1}{\text{المقاومة الأولى}} + \frac{1}{\text{المقاومة الثانية}} + ...$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + ...$$

---

١٢)ينص قانون قنطرة ونستون على :-

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

حيث إن :-

R_1:-المقاومة المجهولة .

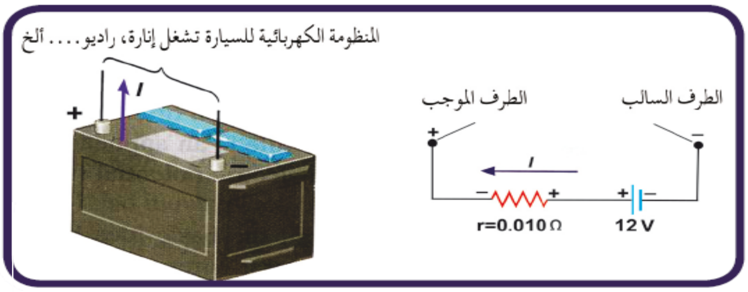
مثال 5

الشكل (13) يبين بطارية سيارة (emf) لها 12V ومقاومتها الداخلية 0.01Ω ، المقاومة الداخلية عالية نسبياً بسبب قدمها وكون اقطابها مستهلكة .

ما مقدار الفولطية بين الاقطاب عندما يكون تيار البطارية :

a) 10A

b) 100A



الشكل (13)

الحل/

a) لحساب الفولطية التي نحتاجها للحصول على تيار 10A نجد أولاً هبوط الجهد في المقاومة الداخلية للبطارية (الجهد الضائع في المقاومة الداخلية) عندما يكون التيار 10A :-

$$V = I\,r$$

$$V = 10A \times 0.01\Omega = 0.1V \quad \text{هبوط الجهد}$$

فرق الجهد على طرفي اقطاب البطارية يساوي

$$\Delta V = \varepsilon - Ir$$

$$\Delta V = 12.0V - 0.10V$$

$$= 11.9V$$

b) نحسب هبوط الجهد في المقاومة الداخلية عندما يكون التيار 100A .

$$V = I\,r$$

$$V = 100A \times 0.01\Omega = 1.0V$$

فرق الجهد على طرفي أقطاب البطارية (ΔV) يساوي :

$$\Delta V = \varepsilon - Ir$$

$$\Delta V = 12.0V - 1.0V = 11.0V$$

المثال اعلاه يوضح كيف ان فولطية الاقطاب للبطارية تكون أقل عندما يكون التيار الخارج من البطارية عالياً. وهذا التأثير يمكن ان يميزه صاحب السيارة عند استعماله للبطارية .

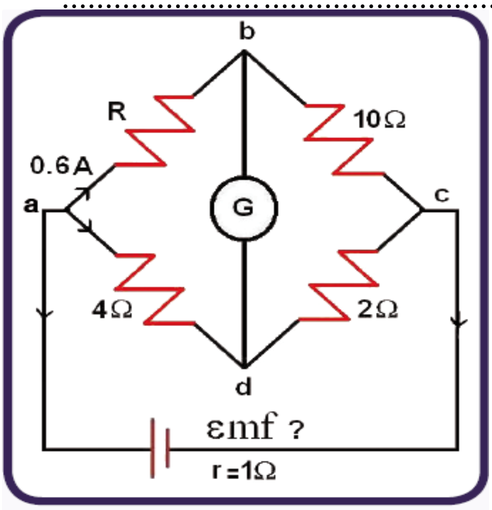
مثال 6

(abcd) شكل رباعي اضلاعه المقاومات على الترتيب (R , 10 , 2 , 4) وصلت النقطتان (a ، c) بقطبي نضيدة مقاومتها الداخلية 1Ω ثم ربط كلفانومتر بين (b ،d) فكانت قراءته صفراً عندما مر تيار مقداره 0.6A في المقاومة R احسب:

1) قيمة المقاومة R .

2) التيار المار بكل مقاومة .

3) emf للنضيدة .



الشكل(19)

الحل:-

المعطيات(R_2=10Ω , R_3=4Ω , R_4=2Ω , r=1Ω , I_1=0.6A) .

المطلوب($1-R_1$= ? , $2-I_2 , I_3 , I_4$ = ? , $3-\mathcal{E}$ = ?) .

1-

$$\frac{R_1}{10} = \frac{4}{2}$$

$$R_1 = \frac{4 \times 10}{2}$$

$$R_1 = \frac{40}{2} = 20\Omega$$

2-

التيار المار بالمقاومة(R_1)هو نفسه يمر بالمقاومة(R_2)أي المار بالفرع(abc)لأن الربط توالي ويساوي(0.6A) .

$$I_1 = I_2 = 0.6A$$

$$V_{abc} = I\,R$$

$$V_{abc} = 0.6 \times (20 + 10)$$

$= 0.6 \times 30$

$= 18\ Volt = V_{adc}$

$I_{adc} = \frac{V_{adc}}{R}$

$= \frac{18}{(R_3 + R_4)}$

$= \frac{18}{(4+2)}$

$= \frac{18}{6} = 3\ A = I_3 = I_4$

3-

$I_{total} = I_{abc} + I_{adc}$

$= 0.6 + 3 = 3.6\ A$

$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_{abc}} + \frac{1}{R_{adc}}$

$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{(10+20)} + \frac{1}{(4+2)}$

$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{30} + \frac{1}{6}$

$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1+5}{30}$

$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{6}{30}$

$R_{eq} = \frac{30}{6} = 5\ \Omega$

$\mathcal{E} = I_{total} \times (R_{eq} + r)$

$= 3.6 \times (5 + 1) = 3.6 \times 6 = 21.6\ Volt$.

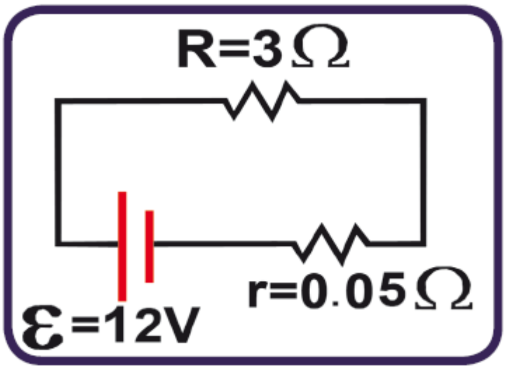
....

مثال 7

القوة الدافعة الكهربائية لبطارية 12V ومقاومتها الداخلية 0.05Ω وصل طرفيها بحمل مقاومته 3Ω جد :

1) التيار المار في الدائرة وفرق الجهد على طرفي المصدر

2) القدرة المستهلكة في الحمل والقدرة المستهلكة في المقاومة الداخلية (r) والقدرة المجهزة من قبل المصدر .



الحل:-

المعطيات($\mathcal{E} = 12Volt$, $r = 0.05\Omega$, $R = 3\Omega$) .

المطلوب($1-I_{total} = ?$, $V_{total} = ?$, $2-P_R = ?$, $P_r = ?$, $P_{total} = ?$) .

1-

$I_{total} = \frac{\varepsilon}{R+r}$

$I_{total} = \frac{12}{3+0.05}$

$I_{total} = \frac{12}{3.05}$

$I_{total} = 3.93\ A$

$V_{total} = I_{total} \times R$

$= 3.93 \times 3 = 11.8\ Volt$

2-

$P_R = I^2 R$

$= (3.93)^2 \times 3$

$= 15.44 \times 3 = 46.3\ watt$

OR

$P_R = V_{total} \times I_{total}$

$= 11.8 \times 3.93 = 46.3\ watt$

OR

$P_R = \frac{V^2}{R}$

$= \frac{(11.8)^2}{3}$

$= \frac{139.24}{3}$

$= \frac{13924}{300} = 46.3\ watt$

$P_r = I_{total}{}^2\ r$

$= (3.93)^2 \times 0.05$

$= 15.44 \times 0.05 = 0.772\ watt$

3-

$P_{total} = P_R + P_r$

$= 46.3 + 0.772$

$= 47.1\ watt$

OR

$P_{total} = \varepsilon\ I_{total}$

$= 12 \times 3.93$

$= 47.1\ watt$

....

س2/ بطارية قوتها الدافعة الكهربائية 13V وفرق الجهد بين أقطابها 12V عندما تُجهِّز مقاومة حمل خارجية (R) بقدرة 24W إحسب :

a) مقدار المقاومة (R) .

b) مقدار المقاومة الداخلية للبطارية (r) .

الحل:-

المعطيات($\mathcal{E} = 13V$, $V = 12Volt$, $P = 24watt$)
المطلوب($a\text{-}R = ?$, $b\text{-}r = ?$)

a-

$$P = \frac{V^2}{R}$$

$$24 = \frac{(12)^2}{R}$$

$$R = \frac{144}{24} = 6\Omega$$

b-

$$P = V\,I$$

$$24 = 12 \times I$$

$$I = 24/12 = 2A$$

$$\mathcal{E} = I \times (R + r)$$

$$13 = 2 \times (6 + r)$$

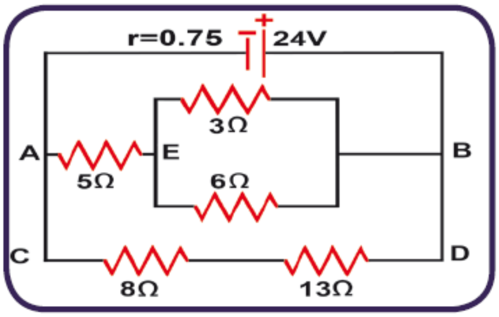
$$13 = 12 + 2r$$

$$13 - 12 = 2r$$

$$1 = 2r$$

$$r = 1/2\ \Omega\ .$$

....



س3/ في الشبكة الكهربائية المجاورة احسب :

a) المقاومة الخارجية .

b) تيار الدائرة الكلي (تيار النضيدة) .

c) الجهد الضائع (هبوط الجهد) في النضيدة .

d) فرق الجهد عبر النضيدة .

e) التيار المار في كل مقاومة .

الحل:-

a)

أولا" نجد المقاومة في الفرع(EB) على التوازي فيكون :-

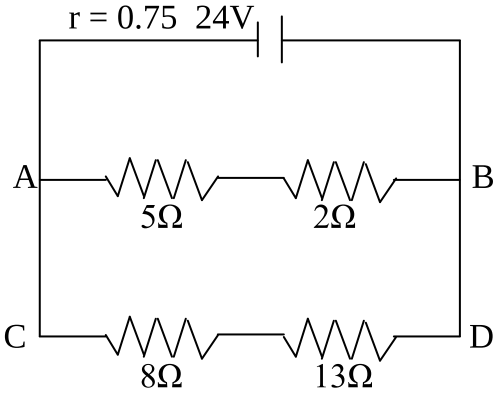
$$\frac{1}{R_{EB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_{EB}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6}$$

$$\frac{1}{R_{EB}} = \frac{2+1}{6}$$

$$\frac{1}{R_{EB}} = \frac{3}{6}$$

$$R_{EB} = \frac{6}{3} = 2\Omega$$



ثانيا" نجد المقاومة في الفرع(A B)على التوالي فيكون :-

$R_{AB} = R_1 + R_2$

$R_{AB} = 2 + 5$

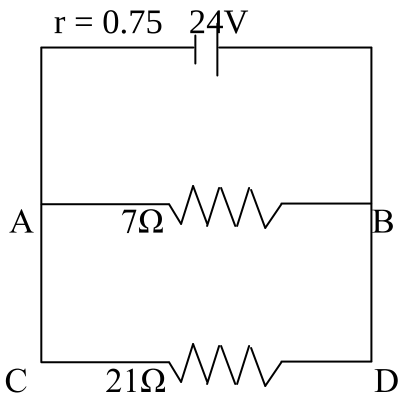
$R_{AB} = 7\Omega$

ثالثا" نجد المقاومة في الفرع(C D)على التوالي فيكون :-

$R_{CD} = R_1 + R_2$

$R_{CD} = 8 + 13$

$R_{CD} = 21\Omega$



رابعا" نجمع ناتج جمع المقاومات (R_{AB} , R_{CD}) على التوازي فيكون :-

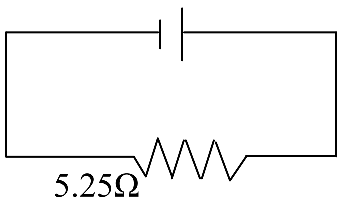
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_{AB}} + \frac{1}{R_{CD}}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{7} + \frac{1}{21}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{3+1}{21}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{4}{21}$$

$$R_{eq} = \frac{21}{4} = 5.25\Omega$$



b-

$I_{total} = \frac{\varepsilon}{R+r}$

$I_{total} = \frac{24}{5.25+0.75}$

$I_{total} = \frac{24}{6}$

$I_{total} = 4\ A$

c-

$V = I_{total} \times r$

$= 4 \times 0.75$

$= 3Volt$

d-

$V_{total} = \varepsilon - I\ r$

$= 24 - 3$

$= 21\ Volt$

e-

$I_{CD} = \frac{V_{total}}{R_{CD}}$

$I_{CD} = \frac{21}{21}$

$I_{CD} = 1A = I_8 = I_{13}$

$I_{AB} = \frac{V_{total}}{R_{AB}}$

$I_{AB} = \frac{21}{7}$

$I_{AB} = 3A = I_5 = I_{EB}$

$V_{EB} = I_{EB}\,R_{EB}$

$V_{EB} = 3 \times 2$

$V_{EB} = 6\ Volt$

$I_3 = \frac{V_{EB}}{R_3}$

$= \frac{6}{3} = 2\ A$

$I_6 = \frac{V_{EB}}{R_6}$

$= \frac{6}{6} = 1\ A$

س4/ في الشكل المجاور ، المصباح اليدوي يمر فيه تيار (0.4A) بفولطية (3.0V) .

a) احسب مقاومة فتيل المصباح.

b) مقدار القدرة المجهزة للمصباح.

c) الطاقة الكهربائية المستهلكة في المصباح خلال مدة 5.5minutes من التشغيل .



الحل:-

a-

$R = \frac{V}{I}$

$R = \frac{3}{0.4}$

$R = \frac{30}{4} = 7.5\Omega$

b-

$P = V\,I$

$P = 3 \times 0.4$

$P = 1.2\text{watt}$

c-

$t = 5.5 \times 60 = 330\text{ sec}$

$E = P \times t$

$E = 1.2 \times 330$

$E = 396\text{ J}$

س5/ في الدائرة الكهربائية المجاورة :

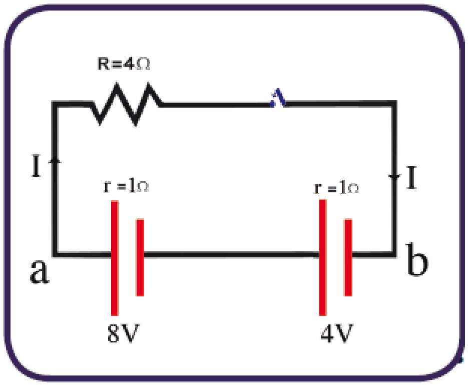
المقاومة $R = 4\Omega$ مربوطة على التوالي مع بطاريتين (4V,8V) ، فاذا علمت ان : $r_1 = 1\Omega , r_2 = 1\Omega$.

جد :

a) تيار الدائرة .

b) فرق الجهد بين النقطتين (a , b) عند غلق الدائرة

c) فرق الجهد بين النقطتين (a , b) عند فتح الدائرة .



الحل:-

a-

$$I_{total} = \frac{\varepsilon}{R+r}$$

$$I_{total} = \frac{4+8}{4+1+1}$$

$$I_{total} = \frac{12}{6}$$

$$I_{total} = 2\ A$$

b-

$$V_{ab} = I_{total}\, R$$

$$V_{ab} = 2 \times 4 = 8Volt$$

c-

$$V_{ab} = V_1 + V_2$$

$$= 4 + 8$$

$$= 12\ Volt$$

((قواعد كيرشهوف))

١)مجموع التيارات الداخلة = مجموع التيارات الخارجة

$$\Sigma\, I_{in} = \Sigma\, I_{out}$$

٢)مجموع القوة الدافعة الكهربائية = مجموع التيار × المقاومة

$$\Sigma\, \varepsilon = \Sigma\, I\, R$$

ملاحظات على حل المسائل :-

١)يجب إختيار نقطة تفرع((تتفرع منها التيارات))إذا لم تكن محددة في الرسم المعطى في السؤال .

٢)يجب إختيار مسار للتيار نختاره نحن أما بإتجاه عقارب الساعة أو بإتجاه عكس عقارب الساعة ، إذا لم يكن محدد في الرسم المعطى في السؤال .

٣)إذا كان مسار التيار الذي إخترناه أو المعطى في الرسم بنفس إتجاه التيار المار بالمقاومة عندها تكون إشارة التيار موجبةأي($+ I R$) وإذا كان مسار التيار بعكس إتجاه التيار المار بالمقاومة عندها تكون إشارة التيارسالبة أي ($- I R$) .

٤) إذا كان مسار التيار الذي إخترناه أو المعطى في الرسم يجتاز البطارية من قطبها السالب بإتجاه قطبها الموجب عندها تكون إشارة القوة الدافعة الكهربائية موجبة أي($+\varepsilon$) وإذا كان مسار التيار يجتاز البطارية من قطبها الموجب بإتجاه قطبها السالب عندها تكون إشارة القوة الدافعة الكهربائية سالبة أي($-\varepsilon$) .

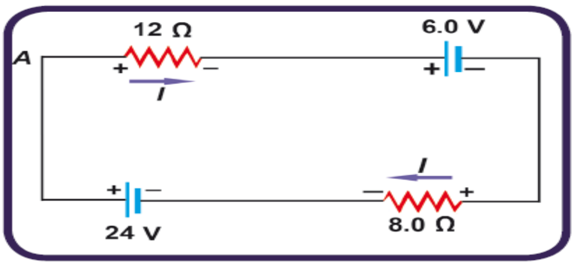
٥)في أثناء الحل ستظهر لدينا عدة معادلات نقوم بحلها بإحدى طرق الرياضيات مثلا " بالجمع أو بالحذف والتعويض أو بطريقة المحددات(التي سأستخدمها بحل المسائل) .

مثال 9

الشكل يوضح دائرة كهربائية تحتوي على بطاريتين ومقاومين. احسب التيار I في الدائرة .

الحل/

يتجه التيار الاصطلاحي في الدائرة من الجهد العالي الى الجهد الواطئ ، بتطبيق قاعدة كريشهوف الثانية ابتداءً من النقطة A باتجاه حركة عقرب الساعة .



الشكل (28)

$\Sigma \mathcal{E} = \Sigma I R$

$-6 + 24 = 12 I + 8I$

$18 = 20 I$

$I = 18 / 20 = 0.9\ A$

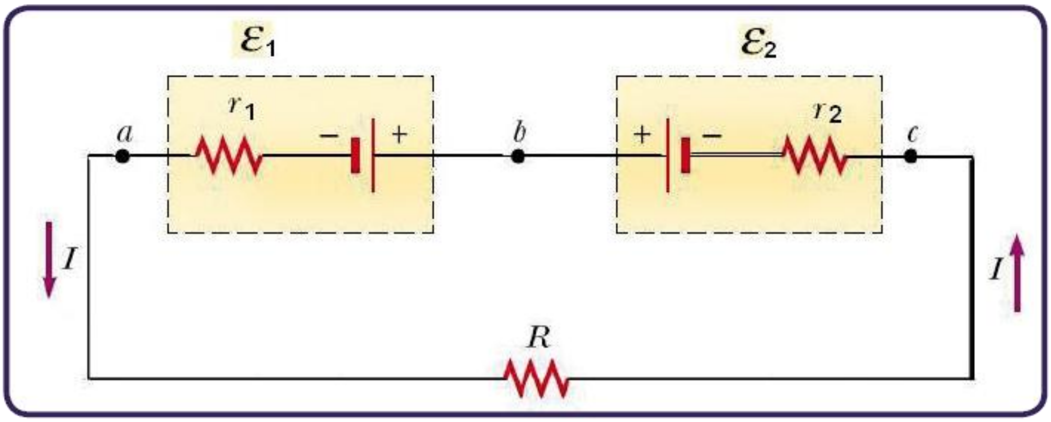
....

مثال 10

الدائرة في الشكل (29) احسب :

a) قيمة التيار في الدائرة ؟ b) فرق الجهد بين النقطتين a , b ؟

علماً ان : $\varepsilon_1 = 6V, \varepsilon_2 = 12V, r_1 = 1\,\Omega, r_2 = 2\,\Omega, R = 9\,\Omega$



الشكل(29)

الحل/

a) لتعيين اتجاه التيار في الدائرة التي تحتوي على مصدرين للقوة الدافعة الكهربائية وباتجاهين متعاكسين القوة الدافعة الكهربائية ذات القيمة الاكبر هي التي ستحدد اتجاه التيار ، وفي هذا السؤال التيار سيكون بعكس حركة عقرب الساعة .

بتطبيق قاعدة كريشهوف الثانية (قاعدة العقدة) ابتداءً من النقطة a وباتجاه التيار.

$\Sigma \mathcal{E} = \Sigma I R$

$+12 - 6 = I R + I r_2 + I r_1$

$6 = 9I + 2I + 1I$

$6 = 12 I$

$I = 6 / 12 = 0.5\ A$

b) لحساب فرق الجهد بين النقطتين a , b نتحرك من النقطة a الى النقطة b بعكس التيار نحصل على :

$\Sigma \mathcal{E} = \Sigma I R$

$V_a + 6 - V_b = -0.5 \times 1$

$V_a + 6 - V_b = -0.5$

$V_a - V_b = -0.5 - 6$

$V_{ab} = -6.5\ Volt$

فكر: يمكنك إستخدام نفس الطريقة لحساب فرق الجهد بين النقطتين c,b وستجد الناتج (11V) .

$\Sigma \mathcal{E} = \Sigma I R$

$V_b - 12 - V_c = -0.5 \times 2$

$V_b - 12 - V_c = -1$

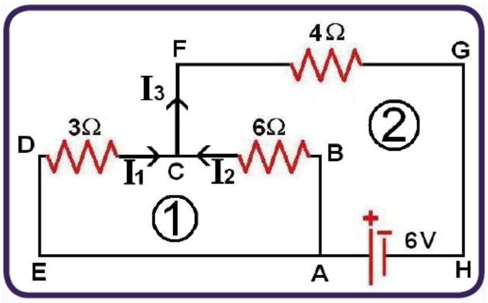
$V_b - V_c = -1 + 12$

$V_{bc} = 11$ Volt

....

مثال 10

في الشكل (30) بتطبيق قواعد كيرشهوف اوجد التيارات المارة بالمقاومات الثلاث؟



الشكل (30)

الحل/

نستخدم قاعدة نقطة التفرع ولتكن النقطة c .

نطبق قانون كيرشهوف الأول على نقطة التفرع(c)فيكون :-

$\Sigma I_{in} = \Sigma I_{out}$

$I_1 + I_2 = I_3$ ....(1)

نطبق قانون كيرشهوف الثاني على المسار المغلق(AEDCBA)فيكون :-(بفرض إن مسار التياربإتجاه عقارب الساعة

$\Sigma \mathcal{E} = \Sigma I R$

$0 = 3I_1 - 6I_2$

$-3I_1 + 6I_2 = 0$ ....(2)

نطبق قانون كيرشهوف الثاني على المسار المغلق(ABCFGHA)فيكون:-(بفرض إن مسار التياربإتجاه عقارب الساعة

$\Sigma \mathcal{E} = \Sigma I R$

$6 = 6I_2 + 4I_3$

$6 - 6I_2 - 4I_3 = 0$ ....(3)

نعيد الآن ترتيب المعادلات أعلاه من الصغير إلى الكبير لكي نحلها بطريقة المحددات .

$I_1 + I_2 - I_3 = 0$ ....(4)

$-3I_1 + 6I_2 + 0I_3 = 0$ ....(5)

$0I_1 - 6I_2 - 4I_3 = -6$ ....(6)

نقوم الآن بإيجاد محددة المعاملات العددية(Δ)للمعادلات أعلاه كالآتي :-

$$\Delta = \left|\begin{array}{ccc|cc} 1 & 1 & -1 & 1 & 1 \\ -3 & 6 & 0 & -3 & 6 \\ 0 & -6 & -4 & 0 & -6 \end{array}\right.$$

Δ = [- 24 + 0 + (-18)] – [12 + 0 + 0]
= - 42 – 12
= - 54

نقوم الآن بإيجاد محددة(I_1)كالآتي :-

$$\Delta I_1 = \left|\begin{array}{ccc|cc} 0 & 1 & -1 & 0 & 1 \\ 0 & 6 & 0 & 0 & 6 \\ -6 & -6 & -4 & -6 & -6 \end{array}\right.$$

ΔI_1 = [0 + 0 + 0] – [0 + 0 + 36]
= 0 – 36
= - 36

إذن

$$I_1 = \frac{\Delta I_1}{\Delta} = \frac{-36}{-54} = \frac{2}{3}\ A$$

نعوض قيمة(I_1)في معادلة رقم(2)للحصول على قيمة(I_2) .

$$-3I_1 + 6I_2 = 0$$
$$-3 \times \frac{2}{3} = -6I_2$$
$$-2 = -6I_2$$
$$I_2 = \frac{-2}{-6} = \frac{1}{3}\ A$$

نعوض قيمة(I_1 , I_2)في معادلة رقم(1)للحصول على قيمة(I_3) .

$$I_1 + I_2 = I_3$$
$$\frac{2}{3} + \frac{1}{3} = I_3$$
$$I_3 = \frac{3}{3} = 1A$$

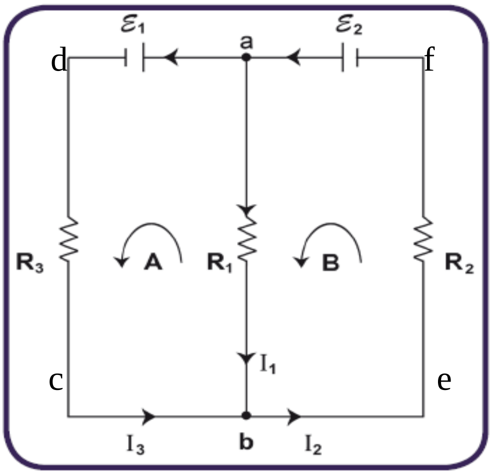
س6/

a) احسب قيم التيارات المارة في فروع الشبكة الكهربائية المبينة في الشكل المجاور .

b) احسب فرق الجهد بين النقطتين (a) ,(b) , (Vab) .

علماً بان :- $R_1 = 5\ \Omega$, $R_2 = 2\ \Omega$, $R_3 = 4\ \Omega$

$\varepsilon_1 = 3\ V$, $\varepsilon_2 = 1\ V$



الحل:-

نطبق قانون كيرشهوف الأول عند نقطة التفرع(b) .

$\Sigma I_{in} = \Sigma I_{out}$

$I_1 + I_3 = I_2$ …………..(1)

نطبق قانون كيرشهوف الثاني على المسار المغلق(adcba)فيكون :-

$\Sigma \mathcal{E} = \Sigma I R$

$-3 = 4I_3 - 5I_1$ ………….(2)

نطبق قانون كيرشهوف الثاني على المسار المغلق(abefa)فيكون :-

$\Sigma \mathcal{E} = \Sigma I R$

$1 = 5I_1 + 2I_2$………….(3)

نعيد الآن ترتيب المعادلات أعلاه من الصغير إلى الكبير لكي نحلها بطريقة المحددات .

$I_1 - I_2 + I_3 = 0$ …………….(4)

$5I_1 + 0I_2 - 4I_3 = 3$ …………….(5)

$-5I_1 - 2I_2 + 0I_3 = -1$ …………….(6)

نقوم الآن بإيجاد محددة المعاملات العددية(Δ)للمعادلات أعلاه كالآتي :-

$$\Delta = \left|\begin{array}{ccc|cc} 1 & -1 & 1 & 1 & -1 \\ 5 & 0 & -4 & 5 & 0 \\ -5 & -2 & 0 & -5 & -2 \end{array}\right.$$

$\Delta = [0 + (-20) + (-10)] - [0 + 8 + 0]$

$= -30 - 8$

$= -38$

نقوم الآن بإيجاد محددة(I_1)كالآتي :-

$$\Delta I_1 = \left| \begin{array}{ccc|cc} 0 & -1 & 1 & 0 & -1 \\ 3 & 0 & -4 & 3 & 0 \\ -1 & -2 & 0 & -1 & -2 \end{array} \right.$$

$\Delta I_1 = [\ 0 +(-4) +(-6)\ ] - [\ 0 + 0 + 0]$

$= -10 - 0$

$= -10$

إذن

$I_1 = \frac{\Delta I_1}{\Delta}$

$= \frac{-10}{-38}$

$= \frac{5}{19}$ A

نعوض قيمة(I_1)في معادلة رقم(3)للحصول على قيمة(I_2) .

$1 = 5I_1 + 2I_2$

$1 = 5 \times \frac{5}{19} + 2I_2$

$1 - \frac{25}{19} - 2I_2 = 0$

$\frac{19-25}{19} = 2I_2$

$\frac{-6}{19} = 2I_2$

$I_2 = \frac{-6}{19} \times \frac{1}{2}$

$I_2 = \frac{-3}{19}$ A

نعوض قيمة(I_1 , I_2)في معادلة رقم(1)للحصول على قيمة(I_3) .

$I_1 + I_3 = I_2$

$\frac{5}{19} + I_3 = \frac{-3}{19}$

$\frac{5}{19} + \frac{3}{19} = - I_3$

$I_3 = \frac{-8}{19}$ A

b) $V_{ab} = I_1 R_1$

$$= \frac{5}{19} \times 5 = \frac{25}{19} \text{ Volt}$$

....

الفصل العاشر

المغناطيسية (Magnetism)

١)لإيجاد الفيض المغناطيسي(Φ)نطبق القانون التالي :-

$$\Phi = B\ A\ Cos\theta$$

حيث إن :-

Φ:-الفيض المغناطيسي ويقاس بوحدات(تسلا . م٢)($T\ .\ m^2$) .

B :-كثافة الفيض المغناطيسي(المجال المغناطيسي)ويقاس بوحدات(تسلا)(T) .

A :-المساحة وتقاس بوحدات(م٢ ، m^2) .

ɵ :-الزاوية المحصورة بين(A , B) .

٢)لإيجاد القوة المغناطيسية((قوة لورنز))المؤثرة في شحنة كهربائية متحركة داخل مجال مغناطيسي نطبق القانون التالي:-

$$F = q\ V\ B\ Sin\ \theta$$

حيث إن :-

F :-القوة المغناطيسية وتقاس بوحدات(N) .

q :-الشحنة الكهربائية وتقاس بوحدات(C) .

V :-سرعة الشحنة الكهربائية وتقاس بوحدات(m/s) .

B :-كثافة الفيض المغناطيسي .

ɵ :-الزاوية المحصورة بين كثافة الفيض المغناطيسي ومتجه السرعة .

٣)لإيجاد القوة المغناطيسية المؤثرة في سلك طوله(L)ويمر فيه تيار كهربائي(I)موضوع في مجال مغناطيسي نطبق القانون التالي :-

$$F = I\ L\ B\ Sin\ \theta$$

٤) لإيجاد القوة المغناطيسية المتبادلة بين سلكين موصلين متوازيين ينساب بهما تيار كهربائي نطبق القانون التالي :-

$$F = \frac{2 \times 10^{-7} I_1\ I_2 L}{r}$$

حيث إن :-

r :-البعد بين السلكين .

L :-طول السلكين .

٥)لإيجاد كثافة الفيض المغناطيسي المتولد على بعد(r)من سلك طويل يمر به تيار كهربائي(I)نطبق القانون التالي :-

$$B = \frac{\mu_\circ I}{2\pi r}$$

بما إن

$$\mu_\circ = 4\pi \times 10^{-7}$$

$$B = \frac{4\pi \times 10^{-7} I}{2\pi r}$$

إذن

$$B = \frac{2 \times 10^{-7} I}{r}$$

٦) لإيجاد كثافة الفيض المغناطيسي لملف لولبي يمر به تيار كهربائي نطبق القانون التالي :-

$$B = \frac{\mu_\circ N I}{L}$$

بما إن

$$\mu_\circ = 4\pi \times 10^{-7}$$

إذن

$$B = \frac{4\pi \times 10^{-7} N\, I}{L}$$

٧)لإيجاد نصف قطر المسار الدائري لجسيم مشحون موجود في مجال مغناطيسي منتظم نطبق القانون التالي :-

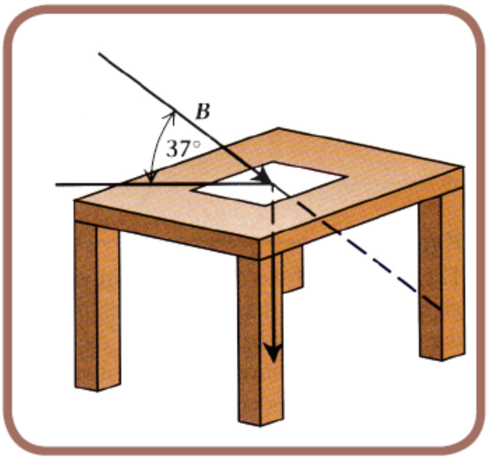
$$r = \frac{m\,V}{q\,B}$$

٨)لإيجاد العزم المؤثر في ملف ينساب فيه تيار كهربائي موضوع في مجال مغناطيسي نطبق القانون التالي :-

$$\tau = N\, I\, A\, B \,\text{Sin}\, \theta$$

....

مثال 1 ورقة مستطيلة الشكل أبعادها ($21.5cm \times 28cm$) موضوعة على منضدة أفقية لاحظ الشكل (4) . احسب مقدار الفيض المغناطيسي (Φ) المار خلال الورقة الناتج عن المجال المغناطيسي الأرضي الموقعي الذي يساوي ($5.31 \times 10^{-5}T$) ويؤثر باتجاه يصنع زاوية قياسها $37°$ مع الأفق.



علما" إن($\text{Cos}\, 53° = 0.6$)

الحل /

$$A = 28 \times 21.5 = 602 cm^2$$

$$A = 602 \times 10^{-4}\, m^2$$

الزاوية يجب أن تكون محصورة بين متجه كثافة الفيض المغناطيسي ومتجه المساحة ، أي إن :-

$$\theta = 90 - 37 = 53°$$

$$\Phi = B\, A\, \text{Cos}\, \theta$$

$\Phi = 5.31 \times 10^{-5} \times 602 \times 10^{-4} \times \cos 53°$

$\Phi = 3196.62 \times 10^{-9} \times 0.6$

$\Phi = 1917.972 \times 10^{-9}\ T\ .\ m^2$

....

مثال 2

بروتون (شحنة كهربائية موجبة) يتحرك بسرعة $5 \times 10^6 m/s$ صادف مجالاً مغناطيسياً قيمته $0.4T$ اتجاهه يصنع زاوية $\theta = 30°$ مع متجه سرعة البروتون . علماً أن الشحنة الموجبة للبروتون $1.6 \times 10^{-19} c$

جد:

a) مقدار واتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في البروتون .

b) تعجيل البروتون كتلته $1.67 \times 10^{-27} kg$

الحل:

a) مقدار واتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في البروتون .

$$F = |q| \upsilon B \sin\theta$$

$$F = (1.6 \times 10^{-19} C)(5 \times 10^6 m/s)(0.4\ T)(\sin 30°)$$

$$F = 1.6 \times 10^{-13} N$$

اتجاه القوة المغناطيسية باتجاه الأعلى حسب قاعدة الكف اليمنى .

b) لحساب تعجيل البروتون نطبق القانون الثاني لنيوتن:

$$a = \frac{F}{m_p}$$

$$a = \frac{1.6 \times 10^{-13} N}{1.67 \times 10^{-27} kg} = 9.6 \times 10^{13} m/s^2$$

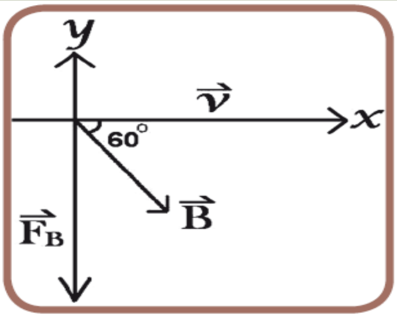
....

س1/ يتحرك إلكترون في أنبوبة التلفاز باتجاه الشاشة بسرعة $(8 \times 10^6\ m/s)$ باتجاه المحور (x). لاحظ الشكل (21) . وكانت كثافة الفيض المغناطيسي المؤثرة فيه (0.025T) باتجاه

60° مع المحور (X) ما مقدار:

a) القوة المغناطيسية المؤثرة في الإلكترون .

b) تعجيل الإلكترون .



الحل:-

a-

$F = q\,V\,B\,\sin\theta$

$F = 1.6 \times 10^{-19} \times 8 \times 10^{6} \times 0.025 \times \sin 60°$

$F = 12.8 \times 10^{-13} \times 0.025 \times 0.866$

$F = 0.277 \times 10^{-13}\ N$

b-

$a_e = \dfrac{F}{m_e}$

$a_e = \dfrac{0.277 \times 10^{-13}}{9.109 \times 10^{-31}}$

$a_e = 0.03 \times 10^{18}\ m/s^2$

....

س١/:-(خارجي)تحرك جسيم شحنته(3μC)بسرعة مقدارها(30m/s)داخل مجال مغناطيسي كثافة فيضه(5T)ما مقدار القوة المغناطيسية إذا كانت :-

١)حركة الجسيم بموازاة خطوط المجال المغناطيسي ؟ ٢) حركة الجسيم عمودية على خطوط المجال المغناطيسي ؟

الحل:-

1-

$F = q\,V\,B\,\sin\theta$

$F = 3 \times 10^{-6} \times 30 \times 5 \times \sin 0°$

$F = 0$

2-

$F = q\,V\,B\,\sin\theta$

$F = 3 \times 10^{-6} \times 30 \times 5 \times \sin 90°$

$F = 90 \times 10^{-6} \times 5 \times 1$

$F = 450 \times 10^{-6}\ N$

....

مثال 3

سلك طوله 0.5m وضع بصورة عمودية على اتجاه المجال المغناطيسي المنتظم . وعندما انساب فيه تيار كهربائي مقداره (20A) أثرت فيه قوة مقدارها (3N) جد مقدار كثافة الفيض المغناطيسي (B) المسلط على السلك ؟

الحل /

$$F = I L B \sin\theta$$

بما ان $\theta = 90^\circ$ فأن $\sin 90^\circ = 1$

$$\therefore F = I L B$$

$$B = \frac{F}{I L} = \frac{3N}{(20A)(0.5m)} = 0.3 \frac{N}{A\ .\ m}$$

$$B = 0.3 \frac{wb}{m^2} = 0.3T$$

مثال 4

ما مقدار كثافة الفيض المغناطيسي على بعد 3m من سلك مستقيم طويل يحمل تياراً مستمراً قدره 15A.

الحل /

$$B = \frac{2\times10^{-7} I}{r}$$

$$B = \frac{2\times10^{-7}\times15}{3}$$

$$B = \frac{30\times10^{-7}}{3}$$

$$B = 10\times10^{-7}\ T$$

س8/ إحسب مقدار القوة المؤثرة على الكترون متحرك بصورة موازية لسلك طويل على بعد قدره (10cm) وبسرعة مقدارها $5\times10^{4} m/sec$ علماً بأن السلك يحمل تياراً قدره $1.5A$.

الحل:-

$$B = \frac{2\times10^{-7} I}{r}$$

$$B = \frac{2\times10^{-7}\times1.5}{0.1}$$

$$B = \frac{3\times10^{-7}}{0.1}$$

$$B = 30\times10^{-7}\ T$$

$F = q\ V\ B\ \sin\theta$

$F = 1.6 \times 10^{-19} \times 5 \times 10^{4} \times 30 \times 10^{-7} \times \sin 90°$

$F = 8 \times 10^{-15} \times 30 \times 10^{-7}$

$F = 240 \times 10^{-22}\ N$

....

س6/ قذف الكترون بسرعة $10^6 m/sec$ في مجال مغناطيسي قدره $(5T)$ ، إتجاهه عمودي على سطح الورقة ومبتعداً عن القارئ فأذا كان الألكترون يتحرك بمستوى الورقة إحسب :

a) القوة المغناطيسية المؤثرة عليه وإتجاهها .

b) نصف قطر الدوران . كتلة الألكترون $m_e = 9 \times 10^{-31} kg$.

الحل:-

a-

$F = q\ V\ B\ \sin\theta$

$F = 1.6 \times 10^{-19} \times 10^{6} \times 5\ \sin 90°$

$F = 8 \times 10^{-13}\ N$

b-

$r = \frac{m\ V}{q\ B}$

$r = \frac{9 \times 10^{-31} \times 10^{6}}{1.6 \times 10^{-19} \times 5}$

$r = \frac{9 \times 10^{-25}}{8 \times 10^{-19}}$

$r = 1.125 \times 10^{-6}\ m$

....

س2/

تحرك بروتون بمسار دائري بنصف قطر $(14cm)$ داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافته $(0.35T)$ عمودي على متجه سرعة البروتون. احسب مقدار السرعة الخطية للبروتون .

الحل:-

$r = \frac{m\ V}{q\ B}$

$V = \frac{r\ q\ B}{m}$

$V = \frac{0.14 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 0.35}{1.67 \times 10^{-27}}$

$V = \frac{0.0784 \times 10^{-19}}{1.67 \times 10^{-27}}$

$V = 0.047 \times 10^{8}\ m/s$

....

مثال 5

ملف اسطواني قلبه هواء وعدد لفاته (N) تساوي 100لفة وطوله 20cm يحمل تياراً قدره 4A فما كثافة الفيض المغناطيسي (B) عند محور الملف .

الحل /

$$B = \frac{4\pi \times 10^{-7} N\ I}{L}$$
$$B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 100 \times 4}{0.2}$$
$$B = \frac{1600\pi \times 10^{-7}}{0.2}$$
$$B = \frac{1600 \times 3.14 \times 10^{-7}}{0.2}$$
$$B = \frac{5024 \times 10^{-7}}{0.2}$$
$$B = 25120 \times 10^{-7}\ T$$

س4/ سلكان طويلان متوازيان تفصلهما مسافة عمودية قدرها 5cm فأذا كان مقدار التيار المار في كل منهما 500A .

a) إحسب مقدار المجال المغناطيسي الناتج عن كل من السلكين عند موضع السلك الآخر

b) القوة المغناطيسية المؤثرة على وحدة الطول من كل من السلكين .

الحل:-

a-

$$B = \frac{2 \times 10^{-7} I}{r}$$
$$B = \frac{2 \times 10^{-7} \times 500}{0.05}$$
$$B = \frac{1000 \times 10^{-7}}{0.05}$$
$$B = 20000 \times 10^{-7}$$
$$B = 2 \times 10^{-3}\ T$$

b-

$$F = \frac{2 \times 10^{-7} I_1\ I_2 L}{r}$$
$$F = \frac{2 \times 10^{-7} \times 500 \times 500 \times 1}{0.05}$$
$$F = \frac{500000 \times 10^{-7}}{0.05}$$
$$F = 10000000 \times 10^{-7}$$

$$F = 1\ N$$

س5/ يتحرك بروتون في مدار دائري نصف قطره 14cm في مجال مغناطيسي منتظم 0.35T عمودياً على سرعة البروتون . أوجد :

a) السرعة الخطية للبروتون ($m_p = 1.67 \times 10^{-27} kg$) .

b) اذا تحرك الكترون في إتجاه عمودي على نفس المجال المغناطيسي بنفس السرعة الخطية . كم يكون نصف قطر مساره الدائري؟

الحل:-

a-

$$r = \frac{m\,V}{q\,B}$$

$$V_p = \frac{r\,q\,B}{m}$$

$$V_p = \frac{0.14 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 0.35}{1.67 \times 10^{-27}}$$

$$V_p = \frac{0.0784 \times 10^{-19}}{1.67 \times 10^{-27}} = 0.047 \times 10^{8}\ m/s$$

b-

$$r = \frac{m\,V}{q\,B}$$

$$r = \frac{9 \times 10^{-31} \times 0.047 \times 10^{8}}{1.6 \times 10^{-19} \times 0.35}$$

$$r = \frac{0.4277 \times 10^{-23}}{0.56 \times 10^{-19}}$$

$$r = 0.76 \times 10^{-4}\ m$$

مثال 6

ملف سلكي مساحته $2.0 \times 10^{-4} m^2$ متكون من 100 لفة ينساب فيه تيار مقداره (0.045A) وضع الملف في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه (0.15T).

ما مقدار أعظم عزم يمكن للمجال المغناطيسي أن يسلط على الملف .

الحل/

أعظم عزم يمكن للمجال المغناطيسي أن يسلط على الملف عندما تكون $\theta = 90^\circ$

$$\tau = N\,I\,A\,B\,\sin\theta$$

$$\tau = 100 \times 0.045 \times 2 \times 10^{-4} \times 0.15 \sin 90^\circ$$

$$\tau = 4.5 \times 2 \times 10^{-4} \times 0.15 \times 1$$

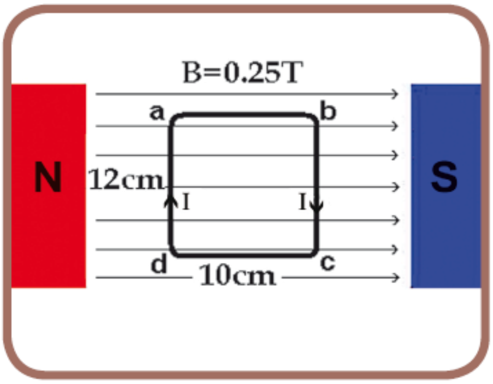
$$\tau = 9 \times 10^{-4} \times 0.15$$

$$\tau = 1.35 \times 10^{-4}\ N.m$$

س3/ ملف يتكون من (40) حلقة ينساب فيه تيار كهربائي مستمر (2A) وضع في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه (0.25T) . ما مقدار:

a) العزم المدور المؤثر في الملف .

b) القوة المغناطيسية المؤثرة في كل جانب وما هو اتجاهها ؟



الحل:-

a-

$\tau = N\ I\ A\ B\ \sin\theta$

$\tau = 40 \times 2 \times (0.1 \times 0.12) \times 0.25 \times \sin 90°$

$\tau = 80 \times 0.012 \times 0.25 \times 1$

$\tau = 0.24\ \ N\ .\ m$

b-

$F = I\ L\ B\ \sin\theta$

$F = 2 \times 0.12 \times 0.25 \times \sin 90°$

$F = 0.24 \times 0.25 \times 1$

$F = 0.06\ N$

....

س7/ وضع ملف مستطيل الشكل أبعاده ($5cm \times 8cm$) بصورة موازية لمجال مغناطيسي منتظم مقداره ($0.15T$) فأذا علمت أن الملف يتكون من لفة واحدة ويحمل تياراً قدره (10A) إحسب :

- العزم المؤثر من قبل المجال على الملف .

الحل:-

$A = 0.05 \times 0.08$

$= 0.004\ m^2$

$\tau = N\ I\ A\ B\ \sin\theta$

$\tau = 1 \times 10 \times 0.004 \times 0.15 \times \sin 90°$

$\tau = 0.04 \times 0.15\ \times 1$

$\tau = 0.006\ \ N\ .\ m$

س٢/:-(خارجي)ما مقدار التيار المار في ملف إسطواني قلبه هواء عدد لفاته(250turns)وطوله(25cm)للحصول على كثافة فيض مغناطيسي(62.8×10^{-4} T)داخل الملف عند مركزه ؟

الحل:-

$$B = \frac{4\pi \times 10^{-7} N\, I}{L}$$

$$I = \frac{B\, L}{4\pi \times 10^{-7} N}$$

$$I = \frac{62.8 \times 10^{-4} \times 0.25}{4 \times 3.14 \times 10^{-7} \times 250}$$

$$I = \frac{15.7 \times 10^{-4}}{3140 \times 10^{-7}}$$

$$I = 0.005 \times 10^{3} = 5\ A$$

....

مسائل إضافية محلولة على جميع الفصول

الفصل الأول (المتجهات)

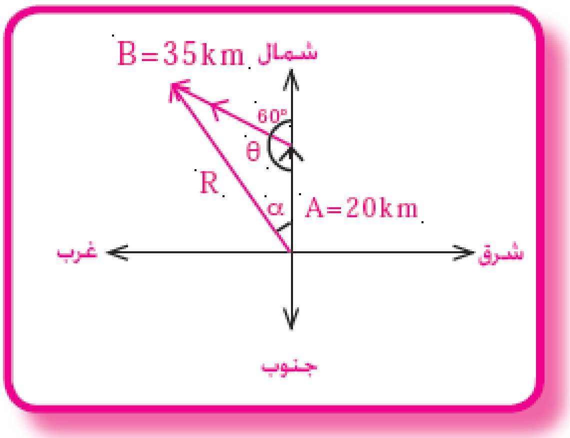
س١/:-تقطع سيارة مسافة(20km)بإتجاه الشمال ثم بعد ذلك تقطع(35km)بإتجاه(60°)غرب الشمال . أوجد مقدار وإتجاه محصلة إزاحة السيارة ؟

الحل:-

من ملاحظة الشكل فأن الزاوية θ تساوي $\theta = 180^\circ - 60^\circ = 120^\circ$

ونطبق قانون الجيب تمام يكون مربع مقدار المتجه المحصل (R) يساوي

$$R^2 = A^2 + B^2 - 2AB\cos\theta$$



وبالتعويض بالعلاقة السابقة نحصل على :

$$R^2 = (20)^2 + (35)^2 - 2 \times 20 \times 35 \times \cos 120^\circ$$

$$\therefore R^2 = 400 + 1225 - 2 \times 20 \times 35 \times (-0.5)$$

$$\therefore R^2 = 1625 + 700 = 2325 (km)^2$$

$$\therefore R = 48.22 km$$

وهو مقدار محصلة إزاحة السّيارة

ويمكن الحصول على إتجاه $(\overline{R})$ من قانون الجيب (لاحظ الشكل)

$$\frac{R}{\sin\theta} = \frac{B}{\sin\alpha}$$

$$\therefore \frac{48.22}{\sin 120^{\circ}} = \frac{35}{\sin a}$$

$$\therefore \sin\alpha = \frac{35}{48.22} \times \sin 120^{\circ}$$

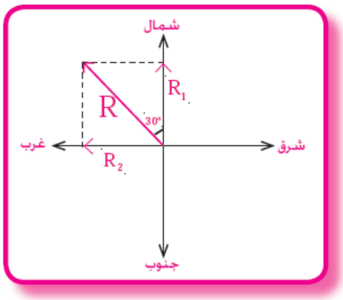
$$\therefore \sin\alpha = 0.629$$

$$\therefore \alpha = 38.98^{\circ}$$

وتكون مقدار محصلة إزاحة السّيارة هي $(48.22\ km)$ باتجاه (38.98°) غرب الشمال

س٢/:-طائرة سرعتها(700km/h)ويصنع خط سيرها زاوية(30°)غرب الشمال . إحسب مركبتي سرعة الطائرة بإتجاهي الغرب والشمال ؟

الحل:-



نفرض ان مركبة سرعة الطائرة باتجاه الشمال هي (R_1)

ونفرض ان مركبة سرعة الطائرة باتجاه الغرب هي (R_2)

ومن الشكل اعلاه نحصل على :

$$R_1 = R\cos 30^{\circ}$$

$$\therefore R_1 = 700 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 700 \times 0.866$$

$$\therefore R_1 = 606.2\left(\frac{km}{hr}\right)$$ وهي مركبة سرعة الطائرة باتجاه الشمال

$$R_2 = R\sin 30^{\circ}$$

$$\therefore R_2 = 700 \times \frac{1}{2}$$

$$\therefore R_2 = 350\left(\frac{km}{hr}\right)$$ وهي مركبة سرعة الطائرة باتجاه الغرب

الفصل الثاني(الحركة)

السؤال 1 / يتحرك جسم من نقطة الأَصل وعلى المحور (X) بتعجيل ثابت (منتظم) بدءاً من السكون . جد موضع الجسم بعد مضي اربعة ثواني من بدء حركته . علماً بأن سرعته عندئذ هي $(10\ m/s)$. جد ايضاً مقدار تعجيله

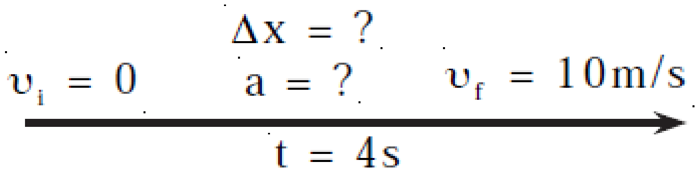
الحل/

لدينا العلاقة

$$\Delta x=\left(\frac{\upsilon_i+\upsilon_f}{2}\right).\ \Delta t$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة . علماً بان $\upsilon_i = 0$ (لان الجسم تحرك من السكون)

$$\Delta x=\left(\frac{0+10}{2}\right)\times 4$$



$$\therefore \Delta x=20\ m$$

يكون الجسم على بعد $(20m)$ من نقطة الأَصل

ولإيجاد التعجيل لدينا العلاقة :

$$\upsilon_f=\upsilon_i+a\Delta t$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على

$$10 = 0+a\times 4$$

$$\therefore a=2.5\ m/s^2$$

السؤال 2 / تتحرك سيارة من السكون على خط مستقيم بتعجيل منتظم مقداره $\left(4m/s^2\right)$: جد

a - الزّمن اللازم حتّى تقطع السّيارة مسافة $(32m)$

b - سرعة السّيارة في نهاية هذه المدّة

الحل /

a - لدينا العلاقة :

$$\Delta x=\upsilon_i\Delta t+\frac{1}{2}a(\Delta t)^2$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة . علماً بان $\upsilon_i = 0$ لان السّيارة تحركت من السكون

$$\therefore 32 = 0 \times \Delta t + \frac{1}{2} \times 4 \times (\Delta t)^2$$

$$\therefore 32 = 0 + 2(\Delta t)^2$$

$$\therefore (\Delta t)^2 = 16$$

$$\therefore \Delta t = 4\ s$$

$\upsilon_i = 0$ $a = 4 m/s^2$ $\upsilon_f = ?$

$\Delta x = 32 m$

b - لدينا العلاقة

$$\upsilon_f = \upsilon_i + a\Delta t$$

$$\therefore \upsilon_f = 0 + 4 \times 4$$

$$\therefore \upsilon_f = 16 m$$

السؤال 3/ تهبط طائرة على حاملة طائرات بسرعة مقدارها $(63 m/s)$ جد تعجيلها المنتظم اذا وقفت بعد زمن مقداره $(2s)$ جد ايضاً إزاحة الطائرة أثناء توقفها.

الحل / لدينا العلاقة

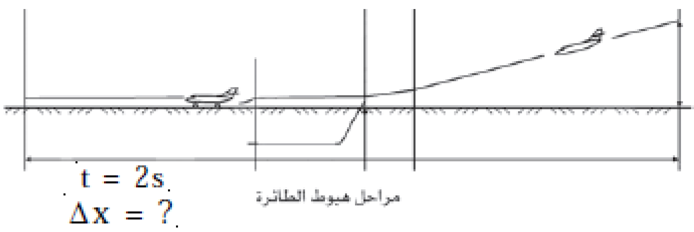
$$\upsilon_f = \upsilon_i + a\Delta t$$

وبالتعويض بالعلاقة السابقة نحصل على :

$$0 = 63 + 2 \times a$$

$$\therefore a = -31.5 m/s^2$$

وهو تعجيل الطائرة



ولإيجاد إزاحة الطائرة أثناء توقفها . لدينا العلاقة :

$$\Delta x = \upsilon_i \Delta t + \frac{1}{2} a (\Delta t)^2$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$\Delta x = 63 \times 2 + \frac{1}{2} \times (-31.5) \times (2)^2$$

$$\Delta x = 126 - 63 = 63 \text{ m}$$

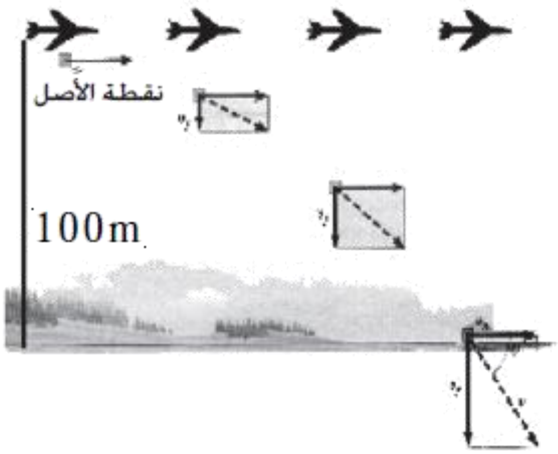
ملاحظة : كما يمكن تطبيق العلاقة :

$$\upsilon_f^2 = \upsilon_i^2 + 2a\Delta x$$

$$0 = (63)^2 + 2 \times (-31.5) \times (\Delta x)$$

$$\therefore \Delta x = \frac{63 \times 63}{63} = 63 \text{ m}$$

السؤال 4 / سقط جسم من طائرة وبسرعة أُفقية مقدارها $(40 m/s)$ فإذا كانت الطائرة على ارتفاع مقداره $(100m)$ من سطح الأرض . اين سيرتطم الجسم بالأرض بالنسبة للنقطة التي تم فيها اسقاط الجسم ؟



الحل /

تُعدّ نقطة الأَصل هي النقطة التي يسقط عندها الجسم بالنسبة للحركة الأُفقية للجسم فأن العلاقة لحساب المسافة المقطوعة (x) هي :

$$x = \upsilon_{xi} t$$

ان مقدار المركبة الأُفقية لسرعة الجسم يبقى ثابتاً طيلة مساره وهي نفسها سرعة الطائرة عند سقوط الجسم منها . وبالتعويض بالعلاقة السابقة نحصل على :

$$\therefore x = 40t \ldots\ldots\ldots(1)$$

ولإيجاد الزّمن (t) نستعمل العلاقة

$$y=\upsilon_{yi}t+\frac{1}{2}gt^2$$

وحيث انه من منطوق السؤال فأنه عند لحظة سقوط الجسم من الطائرة تكون حركته أفقية فقط اي ان $\upsilon_{yi}=0$ وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$-100=0-\frac{1}{2}\times 9.8\times t^2$$

الإشارة السالبة إلى (y) تدل على ان الإزاحة نحو الأسفل

$$\therefore t = 4.52\ s$$

وبالتعويض بالعلاقة (1) نحصل على :

$$x = 40\times 4.52$$
$$\therefore x = 180.8\ m$$

∴ يرتطم الجسم بالأرض على بعد (180.8m) من نقطة السقوط.

الفصل الثالث(قوانين نيوتن في الحركة)

السؤال الأول/ بدأ جسم كتلته (20kg) الحركة بسرعة (25m/s) على سطح أفقي خشن فتوقف بعد ان قطع مسافة مقدارها (50m) في خط مستقيم . ما مقدار القوة التي يؤثر بها السطح في الجسم اذا افترضنا انها ثابتة على طول المسار؟

الحل /

لدينا العلاقة :

$$\upsilon_f^2=\upsilon_i^2+2a(\Delta x)$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$0=(25)^2+2\times a\times 50$$
$$\therefore a=-6.25(m/s^2)$$

الإشارة السالبة تدل على حالة التباطؤ

لدينا العلاقة :

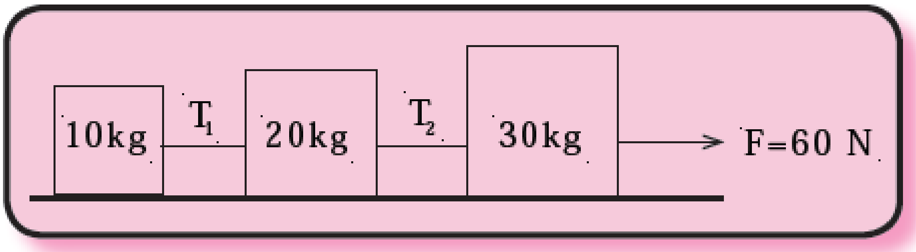
$$F = ma$$

$$\therefore F = 20 \times (-6.25)$$

$$\therefore F = -125\ N$$

وهي القوة المؤثرة في الجسم . والإشارة السالبة تعني ان القوة تعمل باتجاه معاكس للحركة .

السؤال الثاني/ ثلاث كتل متصلة موضوعة على سطح طاولة أفقي أملس الشكل. سحبت المجموعة إلى اليمين بقوة مقدارها (60N) فإذا كان مقدار هذه الكتل هي $(10,20,30)\ kg$ على التوالي . جد مقدار الشدين T_1 و T_2 في السلك.



الحل / لدينا العلاقة :

$$F = ma$$

لتأخذ اولاً حركة الكتلة (30kg) وبتطبيق القانون الثاني لنيوتن عليها نحصل على :

$$F - T_2 = ma$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على:

$$60 - T_2 = 30a \ldots\ldots\ldots(1)$$

حيث (a) هو تعجيل المجموعة

وبتطبيق القانون الثاني لنيوتن على حركة الكتلة(20kg) نحصل على :

$$T_2 - T_1 = 20a \ \ldots\ldots\ldots(2)$$

وبتطبيق القانون الثاني لنيوتن على حركة الكتلة(10kg) نحصل على :

$$T_1 = 10a \ \ldots\ldots\ldots(3)$$

وعند جمع العلاقات (1) و (2) و (3) نحصل على :

$$60-\cancel{T_2}+\cancel{T_2}-\cancel{T_1}+\cancel{T_1}=30a+20a+10a \quad .... \quad (4)$$

$$\therefore 60=60\ a$$

$$\therefore a=1\ \ m/s^2$$

وبالتعويض في العلاقة (1) نحصل على :

$$60-T_2\ =\ 30\times 1$$

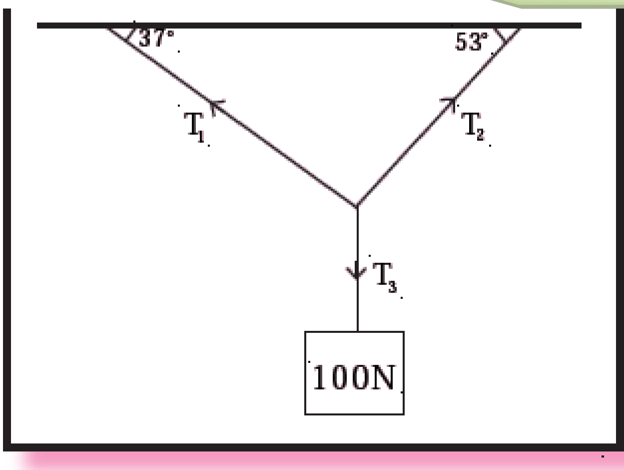
$$\therefore T_2\ =\ 30\ \ N$$

وبالتعويض في العلاقة (3) نحصل على :

$$T_1=10\times 1$$

$$\therefore T_1=10\ \ N$$

الفصل الرابع(الإتزان والعزوم)



السؤال الأول/ جسم وزنه (100N) معلق بخيطين مهملي الوزن كما في الشكل المجاور وهو متزن . ما قوة الشد في كلّ خيط من الخيوط الثلاثة ؟

إعتبر

$$\sin 37^\circ=0.6\ \ ,\ \ \cos 37^\circ=0.8$$
$$\sin 53^\circ=0.8\ \ ,\ \ \cos 53^\circ=0.6$$

الحل/ ان قوة الشد T_3 الذي يتدلى منه الجسم تساوي 100N. ولإيجاد قوتي الشد T_1 , T_2

بما ان الجسم في حالة إتزان سكوني . نحلل القوة المائلة الشد (T_1) والشد (T_2) إلى مركبتيها الأفقية والشاقولية ثُمَّ نطبق شرط الإتزان الانتقالي :

فيكون صافي الشد على المحور X= صفراً اي ان

$\Sigma \vec{F}_x = 0$

$\therefore T_2 \cos 53^\circ - T_1 \cos 37^\circ = 0$

$\therefore T_2 \cos 53^\circ = T_1 \cos 37^\circ$

$\therefore T_2 \times 0.6 = T_1 \times 0.8$

$\therefore T_1 = \frac{0.6}{0.8} \times T_2 = \frac{3}{4} T_2 \ldots\ldots\ldots(1)$

ويكون صافي الشد على المحور y = صفراً

$\Sigma \vec{F}_y = 0$

$\therefore T_2 \sin 53^\circ + T_1 \sin 37^\circ - T_3 = 0$

$\therefore T_2 \times 0.8 + T_1 \times 0.6 - 100 = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots(2)$

وبتعويض العلاقة (1) في العلاقة (2) نحصل على :

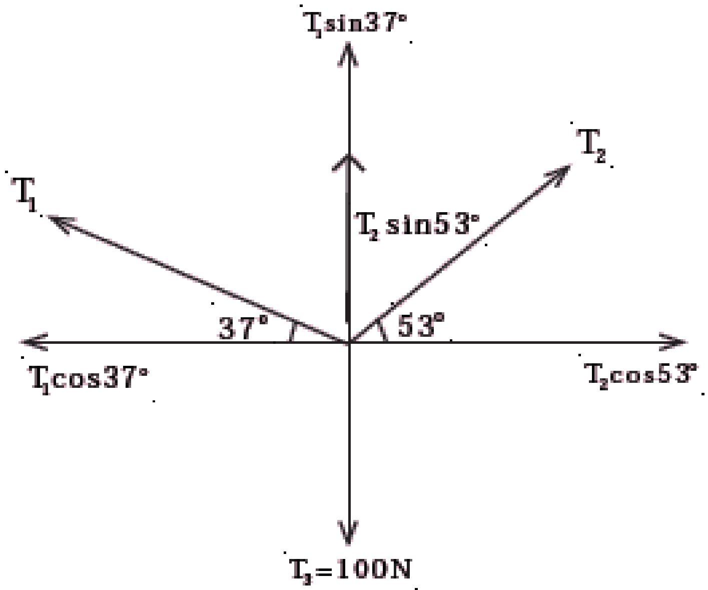
$T_2 \times 0.8 + 0.75 \times 0.6 T_2 - 100 = 0$

$0.8 T_2 + 0.45 T_2 = 100$

$\therefore T_2 = \frac{100}{1.25} = 80(N)$

وبالتعويض في العلاقة (1) نحصل على :

$T_1 = \frac{3}{4} \times 80 = 60N$



السؤال الثاني / لوح متجانس وزنه (50 N) يؤثر في منتصفه. وضع عليه ثقلين الأوّل وزنه (750 N) والثاني وزنه (300 N) فإذا كانت نقطة ارتكاز اللوح (O) على الدعامة (المرتكز) تقع اسفل مركز ثقل اللوح وكان الثقل الأوّل يبعد مسافة (1 m) من مركز الثقل وبحيث اتزن اللوح أُفقياً لاحظ الشكل المجاور جد:

a - مقدار القوة العمودية (n) التي تؤثر بها الدعامة في اللوح .

b - البعد (z) .

الحل /

a - بما ان اللوح هو في حالة إتزان

$$\therefore \sum F_y = 0$$

ومن الشكل نلاحظ:

$$n - 750 - 50 - 300 = 0$$

$$\therefore \ n = 750 + 50 + 300$$

$$\therefore \ n = 1100 \text{ N}$$

وهو مقدار القوة (n)

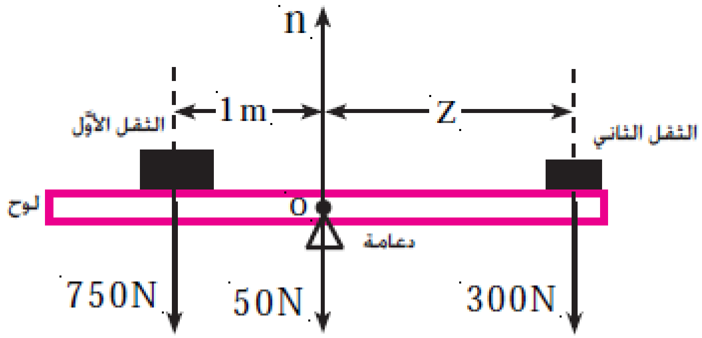
b - بما ان اللوح هو في حالة إتزان نتخذ النقطة (O) مركزا للعزوم فتكون :

$$\sum \tau = 0$$

$$\therefore 750 \times 1 - 300 \times z = 0$$

$$\therefore 750 - 300 z = 0$$

$$\therefore z = \frac{750}{300} = 2.5 \text{ m}$$



الفصل الخامس(الشغل والقدرة والطاقة والزخم)

السؤال الأوّل / رجل يجذف في قارب ضد التّيار باقياً في حالة سكون بالنسبة للشاطيء.

a – هل يبذل اي شغل ؟ وضح ذلك

b – اذا توقف عن التجذيف وتحرك القارب مع التّيار هل هناك شغل يبذل عليه ؟ وضح ذلك .

الجواب:

a – لايبذل اي شغل لانه في حالة سكون بالنسبة إلى اطار اسناد معين هو (الشاطيء)

فالإزاحة تساوي صفراً $(\vec{x}=0)$ وقوة الجذف $(\vec{F})$ غير كافية بان تسبب اية إزاحة.

$$W=\vec{F}\cdot\vec{X}=\vec{F}\cdot(0)=0$$

b – ليس هناك شغلاً يبذل عليه لانه يسير بسرعة ثابته تساوي سرعة التّيار

$\Delta KE=0$ ، $Work=\Delta KE=0$

السؤال الثالث/ وضع جسم على سطح أفقي خشن. أثرت فيه قوة سحب مقدارها $(40N)$ تميل بزاوية مقدارها (37°) بالنسبة للافق . فتحرك الجسم مسافة أفقية مقدارها $(12m)$ بسرعة ثابتة في زمن مقداره $(4s)$. جد :

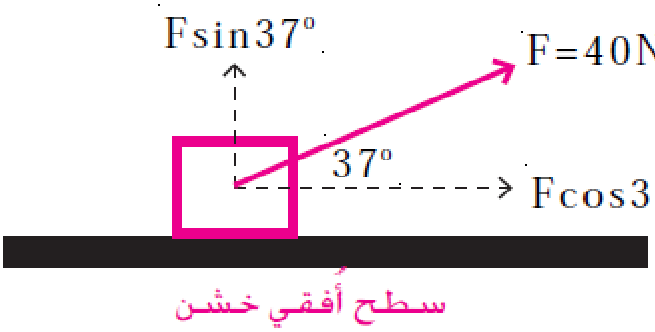
a – مقدار شغل قوة السحب .

b – قدرة السحب .

(إعتبر ان $\cos37^{\circ}=0.8$)

الجواب:

a - لدينا العلاقة :



$$Work\ done(W)=Force(F)\times displacement(X)\times\cos\theta$$

$$\therefore W=Fx\cos\theta$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$\therefore W=40\times12\times\cos37^{\circ}$$

$$\therefore W=40\times12\times0.8$$

$\therefore W=384(J)$ وهو مقدار شغل قوة السحب

b - لدينا العلاقة

$$power(p)=\frac{work(w)}{time(t)}$$

$$\therefore p=\frac{W}{t}$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$p=\frac{384}{4}$$

$\therefore p=96\,W$ وهي مقدار قدرة السحب

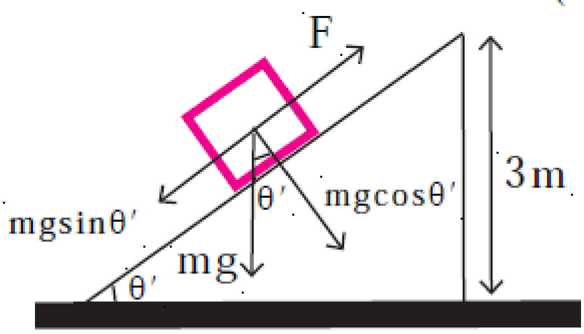
السؤال الرابع / يراد سحب صندوق ساكن على شكل متوازي مستطيلات كتلته (10kg) من اسفل سطح مائل يفترض انه مهمل الإحتكاك إلى اعلاه فإذا كان طول السطح المائل يساوي (5m) وارتفاعه عن سطح الأرض يساوي (3m) .

فأحسب :

a - مقدار الشغل الذي يجب ان تبذله قوة موازية للسطح المائل تدفع الصندوق للأعلى بسرعة ثابتة المقدار .

b - في حالة اذا اردنا رفع الصندوق الساكن رأسياً إلى أعلى مسافة (3m) عن سطح الأرض بسرعة ثابتة المقدار من غير الاستعانة بالسطح المائل فكم سيكون الشغل المبذول في هذه الحالة ؟

أعتبر ان التعجيل الأرضي يساوي $(10\,m/s^2)$.



الجواب :

من الشكل يمكن ملاحظة بان:

$$F=mg\sin\theta'$$

حيث (θ') تمثل زاوية ميل السطح المائل عن سطح الأرض .

وبالتعويض بالعلاقة السابقة نحصل على :

$$F=10\times10\times\frac{3}{5}$$

$$\therefore F=60\,N$$

ولإيجاد الشغل (W) لدينا العلاقة الآتية : $W = F x \cos\theta$

حيث (θ) تمثل الزاوية بين القوة $(\vec{F})$ وطول السطح المائل (x).

وحيث يلاحظ من الشكل بانهما متوازيان وبنفس الاتجاه وبذلك فان $(\theta = 0)$

وان $(\cos 0 = 1)$

وبالتعويض بالعلاقة السابقة نحصل على :

$$W = 60 \times 5 \times 1$$
$$\therefore W = 300(J)$$

b - في حالة رفع الصندوق الساكن رأسياً إلى أعلى . ففي هذه الحالة فان الشغل الذي بذل على الجسم ضد الجاذبية فانه يساوي الطاقة الكامنه التثاقلية (طاقة الوضع) اي ان:

$$W = GPE = mgh$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$W = 10 \times 10 \times 3$$
$$\therefore W = 300(J)$$

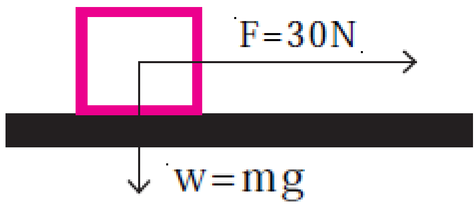
لاحظ ان نتيجة الفرع (b) هي نفسها نتيجة الفرع (a)

السؤال الخامس / أثرت قوة أفقية مقدارها (30N) في جسم كتلته (5kg) فحركته مسافة أفقية من حالة السكون وباتجاه تأثير القوة. إحسب الشغل المبذول بعد (4s) من بدء تأثير القوة ؟

الجواب :

لدينا العلاقة : $F = ma$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على : $30 = 5 \times a$



$$w = mg$$
$$= 5 \times 10 = 50N$$

$$\therefore a=\frac{30}{5}=6\left(m/s^2\right)$$

ولإيجاد المسافة الأُفقية $\left(\Delta x\right)$ نستعمل العلاقة :

$$\Delta x=\upsilon_i\Delta t+\frac{1}{2}a\left(\Delta t\right)^2$$

حيث ان $\left(\upsilon_i=0\right)$ لان الجسم تحرك من السكون وبالتعويض بالعلاقة السابقة نحصل على :

$$\Delta x=0\times 4+\frac{1}{2}\times 6\times\left(4\right)^2$$

$$\therefore \Delta x=\frac{1}{2}\times 6\times 16$$

$$\therefore \Delta x=48\left(m\right)$$

ولإيجاد الشغل نستعمل العلاقة :

$$W=Fx\cos\theta$$

وبما ان المسافة الأُفقية هي باتجاه تأثير القوة الأُفقية اي ان الزاوية $\left(\theta=0\right)$ و $\left(\cos 0=1\right)$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

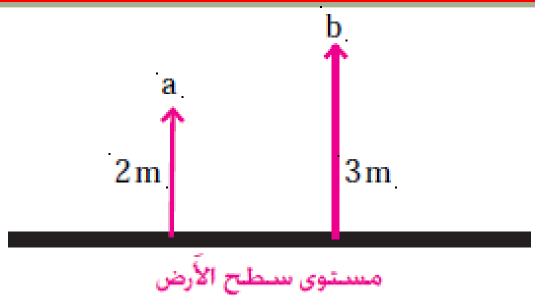
$$\therefore W=30\times 48\times 1$$

$$\therefore W=1440(J)$$

وهو الشغل المبذول .

السؤال السادس/ جسم كتلته (1kg) يتحرك لأعلى بسرعة مقدارها $\left(1m/s\right)$ عندما كان على ارتفاع (3m) عن سطح الأَرض . فكم كانت سرعة هذا الجسم عندما كان على ارتفاع (2m) عن سطح الأَرض ؟ إعتبر ان الجسم واقع تحت تأثير مجال الجاذبية الأَرضية فقط وان التعجيل الأَرضي يساوي $\left(10m/s^2\right)$.

الجواب :



نختار مستوى قياسياً نفترض عنده الطاقة الكامنة في مجال الجاذبية تساوي صفراً وليكن مستوى سطح الأَرض ولحساب السرعة عند النقطة (a) . نطبق قانون حفظ الطاقة الميكانيكية بين الموقعين (a) و (b) .

$$(KE_f)_b + (PE_f)_b = (KE_i)_a + (PE_i)_a$$

$$\therefore \frac{1}{2} m \upsilon_b^2 + (mgh)_b = \frac{1}{2} m \upsilon_a^2 + (mgh)_a$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$\frac{1}{2} \times 1 \times (1)^2 + 1 \times 10 \times 3 = \frac{1}{2} \times 1 \times \upsilon_a^2 + 1 \times 10 \times 2$$

$$\therefore \frac{1}{2} + 30 = \frac{\upsilon_a^2}{2} + 20$$

وبضرب طرفي المعادلة $(\times 2)$ نحصل على :

$$1 + 60 = \upsilon_a^2 + 40$$

$$\therefore \upsilon_a^2 = 21$$

وبجذر طرفي المعادلة ينتج :

$$\therefore \upsilon_a = 4.583 (m/s)$$

وهي سرعة الجسم عندما كان على ارتفاع (2m) عن سطح الأَرض .

السؤال السابع/ تتحرك كرة كتلتها (100g) أفقياً باتجاه جدار عمودي فوصلته بسرعة (30m/s) واصطدمت به ثُمَّ ارتدت عنه بسرعة (10m/s) إحسب :

a – التغير في زخم الكرة .

b – مقدار دفع القوة المؤثرة .

الجواب :

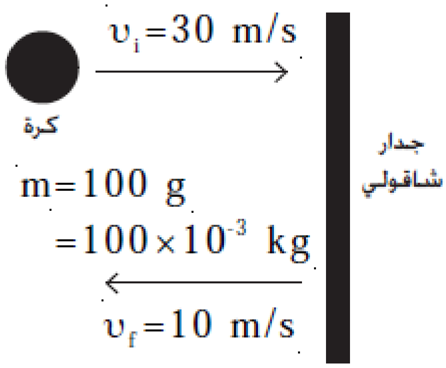
a – لدينا العلاقة

$$\text{change in momentum}(\Delta\vec{P})=\text{final momentum}(\vec{P}_f)\text{-initial momentum}(\vec{P}_i)$$

$$\therefore \Delta\vec{P} = \vec{P}_f - \vec{P}_i$$

$$\therefore \Delta\vec{P}=m\upsilon_f-m\upsilon_i$$

$$\therefore \Delta P=m(\upsilon_f-\upsilon_i)$$



وبالتعويض بالعلاقة السابقة نحصل على :

$$\Delta P=100\times10^{-3}[10(-30)]$$

$$\therefore \Delta P=100\times10^{-3}(10+30)$$

$$\therefore \Delta P=100\times10^{-3}\times 40$$

$$\therefore \Delta P=4\,(kg.\frac{m}{s})$$ وهو التغير في زخم الكرة

b – لدينا العلاقة :

$$\text{Impulse}(\vec{F}t)=\text{change in momentum}(\Delta\vec{P})$$

التغير في الزخم = الدفع

$$\therefore \text{Impulse}(\vec{F}t)= \text{الدفع} =4(N.s)$$

وهو مقدار دفع القوة المؤثرة

السؤال الثامن/ جسم كتلته (6kg) يتحرك على خط مستقيم بسرعة $(6m/s)$ اصطدم بجسم ثاني كتلته (9kg) ويتحرك ايضاً على نفس الخط المستقيم وبسرعة $(4m/s)$ وبحيث التصق الجسمان الأوّل والثاني بعد التصادم.

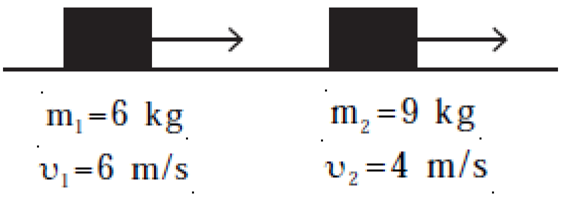
باية سرعة تتحرك المجموعة في الحالتين الاتيتين :

a – عندما يسير الجسمان قبل التصادم باتجاه واحد ولحق الجسم الأوّل بالجسم الثاني .

b – عندما يسير الجسمان قبل التصادم باتجاهين متعاكسين .

الجواب :

a - نفرض ان سرعة المجموعة بعد التصادم = (υ_{total})



ونفرض كتلة الجسم الأوّل = m_1

ونفرض كتلة الجسم الثاني = m_2

اذن كتلة المجموعة = m_1+m_2

لدينا العلاقة :

الزخم الكلي قبل التصادم = الزخم الكلي بعد التصادم

كتلة الجسم الأوّل (m_1) × سرعته (υ_1) + كتلة الجسم الثاني × سرعته (υ_2)

= كتلة المجموعة (m_1+m_2) × سرعة المجموعة (υ_{total})

$$\therefore m_1\times\upsilon_1+m_2\times\upsilon_2=(m_1+m_2)\times\upsilon_{total}$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$6\times6+9\times4=(6+9)\times\upsilon_{total}$$

$$\therefore 36+36=15\times\upsilon_{total}$$

$$\therefore \upsilon_{total}=\frac{72}{15}=4.8(m/s)$$

وهي سرعة المجموعة عندما يسير الجسمان قبل التصادم باتجاه واحد ولحق الجسم الأوّل بالجسم الثاني .

b - لدينا العلاقة :

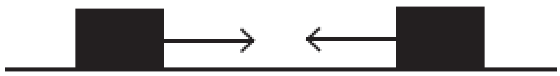
$$m_1 \times \upsilon_1 + m_2 \times \upsilon_2 = (m_1 + m_2) \times \upsilon_{total}$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$6 \times 6 + 9 \times (-4) = (6+9) \times \upsilon_{total}$$

$$\therefore 36 - 36 = 15 \times \upsilon_{total}$$

$$\therefore \upsilon_{total} = 0$$



$m_1 = 6\ kg$ $m_2 = 9\ kg$

$\upsilon_1 = 6\ m/s$ $\upsilon_2 = -4\ m/s$

اي ان سرعة المجموعة تساوي صفر وذلك عندما يسير الجسمان قبل التصادم باتجاهين متعاكسين (اي تتوقف المجموعة عن الحركة بعد التصادم مباشرة).

الفصل السادس(الديناميكا الحرارية)

السؤال الثاني/ تمدد هواء محصور في اسطوانة ذات مكبس حجمه يساوي $(0.1 m^3)$ وضغط معين بحيث اصبح حجمه يساوي $(0.4 m^3)$ فإذا بقيت درجة حرارته خلال هذه العملية عند $(T=300K)$ وكان الشغل المبذول يساوي $4 \times 10^5 (J)$. إحسب قيمة الضغط المعين؟ مع العلم بان $(Lnx = 2.303\ \log x)$ وان $(\log 4 = 0.602)$.

الجواب :

لدينا العلاقة :

$$\Delta W = p_1 v_1\ \ln\left(\frac{v_2}{v_1}\right)$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$4 \times 10^5 = p_1 \times 0.1 \times \ln\left(\frac{0.4}{0.1}\right)$$

$$\therefore 4 \times 10^5 = p_1 \times 0.1 \times 2.303\ \log\left(\frac{0.4}{0.1}\right)$$

$$\therefore 4 \times 10^5 = p_1 \times 0.1 \times 2.303\ \log 4$$

$$\therefore 4 \times 10^5 = p_1 \times 0.1 \times 2.303 \times 0.602$$

$$\therefore p_1 = \frac{4 \times 10^5}{0.1 \times 2.303 \times 0.602}$$

$$\therefore p_1 = 2.885 \times 10^6\ \left(\frac{N}{m^2}\right)$$ وهي قيمة الضغط المعين

السؤال الثالث / ماكنة حرارية كفايتها تساوي (50%) تستقبل كمية من الحرارة تساوي $(4000J)$ من مصدر حراري درجة حرارته عالية إحسب كمية الحرارة التي تطردها (تلفظها) إلى مستودع حراري درجة حرارته واطئة .

الجواب :

لدينا العلاقة :

$$\eta = \frac{Q_H - Q_C}{Q_H} \times 100\%$$

$$\therefore \eta = (1 - \frac{Q_C}{Q_H}) \times 100\%$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$\frac{50}{100} = 1 - \frac{Q_C}{4000} \times \frac{100}{100}$$

$$\therefore 0.5 = 1 - \frac{Q_C}{4000}$$

$$\therefore \frac{Q_C}{4000} = 1 - 0.5$$

$$\therefore \frac{Q_C}{4000} = 0.5$$

$$\therefore Q_C = 0.5 \times 4000$$

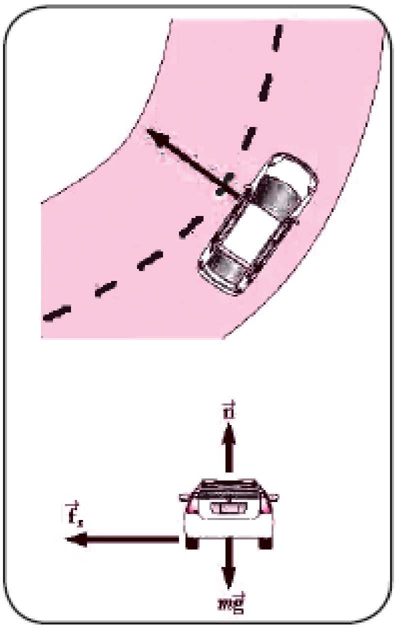
$$\therefore Q_C = 2000(J)$$

وهي كمية الحرارة التي تطردها (تلفظها) إلى مستودع حراري درجة حرارته واطئة.

....

الفصل السابع(الحركة الدائرية والدورانية)

السؤال الأول/ سيارة كتلتها (1000kg) تسير في يوم صحو على طريق أُفقية مقوسة دائرية نصف قطر تقوسها يساوي (40m) جد :



a – اقل مقدار لمعامل الإحتكاك الشروعي بين إِطاراتها والطريق من غير ان تنزلق عندما يبلغ انطلاقها $\left(36\frac{km}{h}\right)$.

b – مقدار رد فعل الطريق العمودي عليها .

c – اقصى انطلاق يمكن ان تسير به السّيارة على الطريق نفسه في يوم ممطر اذا اصبح معامل الإحتكاك الشروعي نصف ماكان عليه في اليوم الصحو ؟

افرض ان مقدار التعجيل الأَرضي يساوي $\left(g=10m/s^2\right)$.

الحل /

a – لتحويل وحدات الانطلاق من $\left(\frac{km}{h}\right)$ إلى $\left(\frac{m}{s}\right)$

$$\therefore \upsilon=36\frac{km}{h}=36\times\frac{1000}{3600}=10(m/s)$$

نفرض ان معامل الإحتكاك الشروعي بين إطارات السّيارة والطريق في اليوم الصحو = μ_s

لدينا العلاقة :

$$\mu_s=\frac{\upsilon^2}{gr}$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$\mu_s=\frac{(10)^2}{10\times40}=\frac{100}{400}=0.25$$

b – ان رد فعل الطريق (N) يعطى حسب العلاقة :

$$N=mg$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$N = 1000 \times 10 = 10000 (N)$

c – نفترض ان معامل الإحتكاك الشروعي بين إطارات السّيارة والطريق في اليوم المطر= μ_s'

(حسب منطوق السؤال) $\therefore \mu_s' = \frac{1}{2} \mu_s$

$\therefore \mu_s' = \frac{1}{2} \times 0.25 = 0.125$

ولإيجاد اقصى انطلاق (υ') يمكن ان تسير به السّيارة على الطريق نفسه في اليوم المطر

$\therefore \upsilon' = \sqrt{\mu_s' \; g \; r}$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على:

$\upsilon' = \sqrt{0.125 \times 10 \times 40}$

$\upsilon' = \sqrt{50}$

$\therefore \upsilon' = 7.071 \; (m/s)$

السؤال الثاني/ ازدادت السرعة الزاوية لقرص بانتظام من $(10 \frac{rad}{s})$ إلى $(18 \frac{rad}{s})$ خلال اربعة ثواني $(4s)$ نتيجة لتأثير عزم مدور مقداره $(10 \; N.m)$ جد:

a - التعجيل الزاوي للقرص .

b - الإزاحة الزاوية .

c - الشغل الدوراني .

d - اثبت ان الشغل الدوراني يساوي التغير في الطاقة الحركية الدورانية (خلال اربعة ثوان)

الحل /

a - لدينا العلاقة : $\omega_f = \omega_i + \alpha t$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$18 = 10 + \alpha \times 4$$

$$\therefore 8 = 4\alpha$$

$$\therefore \alpha = \frac{8}{4} = 2\,rad/s^2$$ وهو التعجيل الزاوي للقرص

b – لدينا العلاقة : $\theta = \omega_i t + \frac{1}{2}\alpha t^2$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$\theta = 10 \times 4 + \frac{1}{2} \times 2 \times (4)^2$$

$$\theta = 40 + 16 = 56(rad)$$ وهي الإزاحة الزاوية

c – لدينا العلاقة : $\omega = \tau\theta$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$W_{ROT} = 10 \times 56 = 560\ (N.\ m)$ وهو الشغل الدوراني

d – لدينا العلاقة (التغير في الطاقة الحركية الدورانية ΔKE_{ROT}) :

$$\Delta KE_{ROT} = \frac{1}{2} I\omega_f^2 - \frac{1}{2} I\omega_i^2 ....(1)$$

ولإيجاد عزم القصور الذاتي (I) للقرص نستعمل العلاقة :

$$\tau = I\alpha$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$10 = I \times 2$$

$$\therefore I = 5\,(kg.m^2)$$

وبتعويض القيم في العلاقة (1) نحصل على :

$$\Delta KE_{ROT} = \frac{1}{2} \times 5 \times (18)^2 - \frac{1}{2} \times 5 \times (10)^2$$

$$=\frac{1}{2}\times 5\times\left[(18)^2-(10)^2\right]$$

$$=\frac{1}{2}\times 5\times[324-100]$$

$$=\frac{1}{2}\times 5\times 224$$

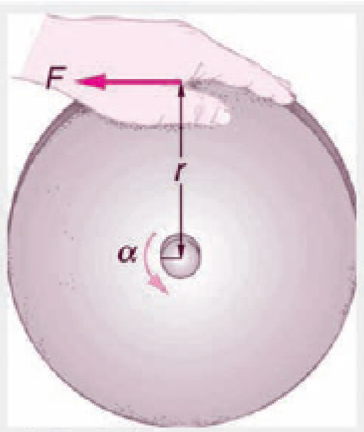
$$=560\ N.m$$

وهي تساوي الشغل الدوراني المستخرج في الفرع (c)

∴ الشغل الدوراني يساوي التغير في الطاقة الحركية الدورانية .

السؤال الثالث/ قرص منتظم كتلته (2kg) ونصف قطره (0.8m) . أثرت في حافته قوة مماسية مقدارها (4N) فدار من السكون حول محور أفقي ماراً من مركزا وجهيه . جد مقدار التعجيل الزاوي والتعجيل المركزي بعد (3s) من بدء الدوران لنقطة تقع عند حافة القرص . علماً بان $(I_{disc}=\frac{1}{2}mr^2)$.

الحل : لايجاد التعجيل الزاوي α لدينا العلاقة: $\tau=I\alpha$



فنجد اولاً عزم القصور الذاتي (I) للقرص

$$I=\frac{1}{2}mr^2$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$I=\frac{1}{2}\times 2\times(0.8)^2=0.64\left(kg.m^2\right)$$

لدينا العلاقة :

$$\tau=F\times r$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$\tau=4\times 0.8=3.2(N.m)$$

لدينا العلاقة : $\tau = I\alpha$

وبالتعويض بالعلاقة السابقة نحصل على :

$$3.2 = 0.64 \times \alpha$$

$\therefore \alpha = 5 rad/s^2$ وهو التعجيل الزاوي لنقطة تقع عند حافة القرص

ولإيجاد التعجيل المركزي (a_c) لدينا العلاقة :

$$a_c = \frac{\upsilon^2}{r} ....(1)$$

ولإيجاد الانطلاق الخطي (او السرعة الخطية النهائية) (υ_f) لدينا العلاقة

$$\upsilon_f = r\omega_f ....(2)$$

ولإيجاد السرعة الزاوية النهائية (ω_f) لدينا العلاقة :

$$\omega_f = \omega_i + \alpha t$$

وبالتعويض بالعلاقة السابقة $(\omega_i = 0)$ لان القرص تحرك من السكون نحصل على:

$$\omega_f = 0 + 5 \times 3$$

$$\therefore \omega_f = 15(rad)$$

وبتعويض هذه القيمة في العلاقة (2) نحصل على :

$$\upsilon_f = 0.8 \times 15 = 12 m/s$$

وهي السرعة الخطية النهائية للنقطة عند حافة القرص

وبتعويض هذه القيمة في العلاقة (1) نحصل على :

$$a_c = \frac{(12)^2}{0.8} = \frac{144}{0.8} = 180(m/s^2)$$

كما يمكن الحصول على التعجيل المركزي من العلاقة : $a_c = \omega^2 r$

حيث $(\omega = \omega_f)$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$a_c = (15)^2 \times 0.8 = 180(m/s^2)$ التعجيل المركزي

السؤال الرابع / تدحرج قرص من السكون نصف قطره $(R=0.1\ m)$ كتلته $(m=1kg)$ من قمة سطح مائل ارتفاعه $(h=7.5\ m)$ إلى اسفله دحرجة صرف فكم سيكون كلّ من مقداري زخمه الخطي وزخمه الزاوي اسفل السطح ؟ لاحظ الشكل (4)

الحل /

$$\upsilon_{disk}=\sqrt{\frac{4}{3}gh}=\sqrt{\frac{4}{3}\times 9.8\times 7.5}=\sqrt{98}$$

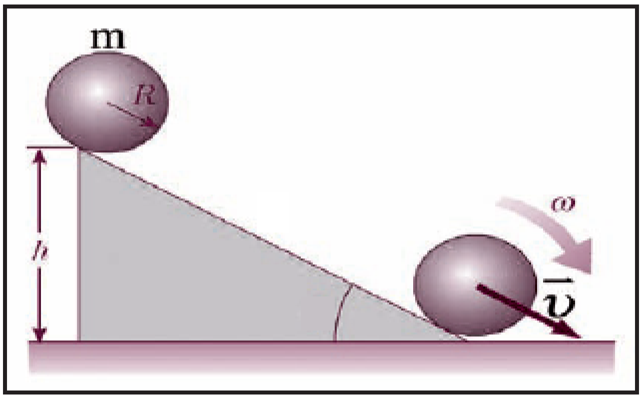
$$=9.9\ m/s$$

$P_{mo}=m\upsilon$ الزخم الخطي يعطى حسب العلاقة

$=1\times 9.9 = 9.9\ kg.\frac{m}{s}$ وهو مقدار الزخم الخطي اسفل السطح

$$\omega=\frac{\upsilon}{R}=\frac{9.9}{0.1}=99\ rad/s$$

$$I=\frac{1}{2}mR^2=\frac{1}{2}\times 1\times(0.1)^2$$



$I=\frac{1}{200}=0.005\ kg.m^2$ وهو عزم القصور الذاتي للقرص

$L= I\omega=0.005\times 99$

$=0.495$ الزخم الزاوي

$L\simeq 0.5\ kg.m^2/s$ وهو الزخم الزاوي للقرص اسفل السطح المائل

السؤال الخامس / بكرة بشكل قرص كتلتها $(m=10\ kg)$ ملفوف عليها حبل مهمل الوزن علق في طرفه ثقل فإذا ترك الثقل لينزل شاقولياً من السكون إزاحة مقدارها $(x=9\ m)$ خلال زمن $t=1.5s$ فما :

علماً ان $I_{disc} = \frac{1}{2} mr^2 \ , \ g = 10\ m/s^2$

1 – قوة الشد في الحبل ؟

2 – الطاقة الحركية الدورانية التي اكتسبتها البكرة خلال تلك المدّة ؟

3 – كتلة الثقل ؟

4 – الشغل المبذول على المجموعة بتأثير الجاذبية ؟

الحل/

لدينا العلاقة : $\Delta x = \upsilon_i\ \Delta t + \frac{1}{2} a (\Delta t)^2$ (1)

بما ان الثقل تحرك من السكون . اذن $(\upsilon_i = 0)$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$\Delta x = \frac{1}{2} a (\Delta t)^2$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$9 = \frac{1}{2} \times a \times (1.5)^2$$

$a = 8\ m/s^2$ وهو التعجيل الخطي لسقوط الثقل

لدينا العلاقة : $\Sigma\vec{\tau} = I\vec{\alpha}$

وكذلك لدينا العلاقة : $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$

ومن العلاقتين السابقتين نحصل على : $\therefore r\ F = I\ \alpha$

بما ان : $(F = T)$ و (T) هي قوة الشد في الحبل .

$$\therefore r\,T = I\alpha$$

$$rT = \frac{1}{2} mr^2 \times \frac{a}{r}$$

$$\therefore T = \frac{1}{2}\ ma$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$T = \frac{1}{2} \times 10 \times 8$$

$$\therefore T = 40\ N$$ قوة الشد في الحبل

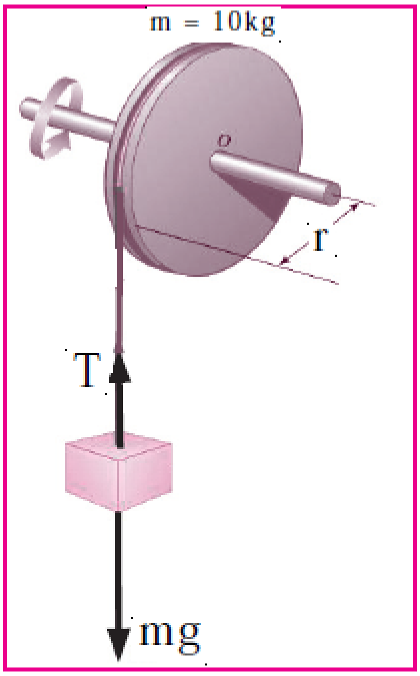
(2)

لدينا العلاقة :

$$\upsilon_f = \upsilon_i + a\Delta t$$

ولان الثقل تحرك من السكون $(\Delta t = 0)$.

$$\therefore \upsilon_f = 0 + 8 \times 1.5 = 12\ m/s$$



$$\Delta KE_{Rot} = KE_{Rot(f)} - KE_{Rot(i)}$$

$$\Delta KE_{Rot} = KE_{Rot(f)} - 0$$

$$KE_{Rot(f)} = \frac{1}{2}\ I\omega^2$$

$$\Delta KE_{Rot} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}mr^2\right) \times \frac{\upsilon^2}{r^2}$$

$$= \frac{1}{4}\ m\upsilon^2$$

$$= \frac{1}{4} \times 10 \times (12)^2 = 360\ J$$ الطاقة الحركية الدورانية التي اكتسبتها البكرة خلال تلك المدة

(3)

من الشكل يمكن ان نلاحظ بان :

$$mg - T = ma$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$m \times 10 - 40 = m \times 8$$

$$10m - 8m = 40$$

$$2m = 40$$

$$\therefore m = \frac{40}{2} = 20\ kg$$

وهي كتلة الثقل .

(4)

لدينا العلاقة : $W = m\,g\,h$ حيث $(h = x)$

$$\therefore W = m\,g\,x$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$W = 20 \times 10 \times 9$$

$\therefore W = 1800\ J$ الشغل المبذول على المجموعة بتاثير الجاذبية

الفصل الثامن(الحركة الإهتزازية والموجية والصوت)

السؤال الأول / اوجد مقدار سرعة الصوت في الالمنيوم الذي له معامل مرونة حجمي (Bulk Modulus) مساوياً إلى $7 \times 10^{10} N/m^2$ وكثافة $2700\ kg/m^3$.

الجواب:

$$\upsilon = \sqrt{\frac{B}{\rho}} = \sqrt{\frac{7 \times 10^{10} N/m^2}{2700\ kg/m^3}}$$

$$\upsilon = \sqrt{0.2592 \times 10^8}$$

$\upsilon = 5091.7 m/s$ مقدار سرعة الصوت (الانطلاق) في الالمنيوم

وعلى العموم تنتشر موجات الصوت اكثر بطأً في السوائل عنها في المواد الصلبة حيث ان السوائل اكثر قابلية للانضغاط من المواد الصلبة .

السؤال الثاني / يستخدم الدولفين الموجات الصوتية ليبحث عن الطعام وقد اوضحت التجارب ان الدولفين يستطيع رصد هدف طوله (7.5m) على بعد (110m) حتّى في ماء عكر .

ماهو الزّمن الذي يمر بين لحظة اصدار الدولفين نبضه صوتية ولحظة سماعه انعكاسها؟علماً ان انطلاق الصوت في الماء يساوي $1400 m/s$.

الحل/

$$t = \frac{x}{\upsilon_x} = \frac{(110\times 2)\ m}{1400\ m/s}$$

$$= 0.16\ s$$

السؤال الثالث/ وتر في آلة موسيقية . كثافته الطولية تساوي $(0.02\frac{kg}{m})$ فإذا كانت قوة الشد في الوتر تساوي $(8N)$ جد :

a – انطلاق الموجة في الوتر .

b – اذا كان طول الوتر يساوي $(70cm)$. فما هي كتلة الوتر ؟

الحل/

a) لدينا العلاقة :

$$\upsilon = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

T : تمثل قوة الشد في الوتر .

μ : كتلة وحدة الطول (الكثافة الطولية).

υ: انطلاق الموجة في الوتر .

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$\upsilon = \sqrt{\frac{8}{0.02}}$$

$$\therefore \upsilon = \sqrt{\frac{800}{2}} = \sqrt{400}$$

$$\therefore \upsilon = 20\,(m/s)$$

وهي انطلاق الموجة في الوتر .

b) لدينا العلاقة :

$$\mu = \frac{m}{L} \ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

وبالتعويض في العلاقة (1) نحصل على :

$$0.02 = \frac{m}{70\times 10^{-2}}$$

$$\therefore m = 0.02\times 0.7$$

$$\therefore m = 0.014\,(kg)$$

وهي كتلة الوتر .

السؤال الرابع / اذا علمت ان انطلاق الصوت في ساق من النحاس يساوي $(3252.9\frac{m}{s})$ وان كثافة النحاس تساوي $(8600\frac{kg}{m^3})$. جد معامل يونك للنحاس؟

الحل :

لدينا العلاقة :

$$\upsilon_s = \sqrt{\frac{Y}{\rho}}$$

حيث ان :

υ_s: تمثل انطلاق الصوت .

Y : يمثل معامل يونك .

ρ : تمثل كثافة الوسط .

وبالتعويض في العلاقة اعلاه نحصل على :

$$3252.9 = \sqrt{\frac{Y}{8600}}$$

وبتربيع طرفي المعادلة السابقة نحصل على :

$$10581397.4 = \frac{Y}{8600}$$

$$\therefore Y = 10581397.4 \times 8600$$

$$\therefore Y = 9.1 \times 10^{10} \ (\frac{N}{m^2})$$ معامل يونك للنحاس .

السؤال الخامس / طرقت شوكة رنانه ترددها $(300Hz)$ مع شوكة رنانة ترددها أقل من تردد الشوكة الأوّلى بقليل فسمعت منها $(5beats/s)$. كم هو تردد الشوكة المجهولة؟

الحل :

لدينا العلاقة :

$$f_B = f_1 - f_2$$

وبالتعويض في العلاقة اعلاه نحصل على :

$$5 = 300 - f_2$$

اذ ان : (f_1) يمثل تردد الشوكة المعلومة .

(f_2) يمثل تردد الشوكة المجهولة .

$\therefore f_2 = 295\ (Hz)$ تردد الشوكة المجهولة

التوضيح

لا يصح التعويض بالعلاقة : $f_B = f_1 - f_2$

على الشكل التالي

$5 = f_1 - 300$

والسبب لانه في هذه الحالة سيصبح تردد الشوكة المجهولة $(305Hz)$ وهو أكبر من تردد الشوكة المعلومة (الأولى) $(300Hz)$ وهو يعكس منطوق السؤال .

اي ان : (f_1) يمثل تردد الشوكة المجهولة في هذه الحالة .

(f_2) يمثل تردد الشوكة المعلومة في هذه الحالة.

$\therefore f_1 = 305\ (Hz)$

السؤال السابع / شوكة رنانة مهتزة ترددها $(105Hz)$ استعملت لتعيين تردد سلك في آلة موسيقية يهتز بالتوافقية الاولى (بالتردد الاساس) فسمعت $(5\ beats/s)$ وعندما زيدت قوة الشد في السلك مع ابقاء طوله ثابت تولدت $(5\ beats/s)$ ايضاً فكم كان تردد السلك قبل وبعد زيادة قوة شده ؟

الحل/

$f_{beats} = f_{fork} - f_1$

$5 = 105 - f_1$

$\therefore f_1 = 100\ Hz$ تردد السلك قبل زيادة قوة الشد

$f_{beats} = f_2 - f_{fork}$

$5 = f_2 - 105$

$\therefore f_2 = 110\ Hz$ تردد السلك بعد زيادة قوة الشد

الفصل التاسع(التيار الكهربائي)

السؤال الثاني/ سخان كهربائي يعمل بوساطة تطبيق فرق جهد مقداره (120V) على سلك مصنوع من سبيكة النيكل - كروم . فإذا كانت مقاومة السلك هي (8Ω) احسب:

1 – التّيار الذي يحمله السلك

2 – قدرة السخان الكهربائية .

3 – اذا ضاعفنا فرق الجهد المستعمل .ما تأثير ذلك على قيم كلّ من التّيار والقدرة؟

الجواب :

1 – لدينا العلاقة :

$$I_1 = \frac{V_1}{R}$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$I_1 = \frac{120}{8} = 15(A)$$

2 – لدينا العلاقة :

$$P = I^2 R$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$P_1 = (15)^2 \times (8)$$

$$\therefore P = 1800(W)$$

3 – عند مضاعفة فرق الجهد المستعمل اي ان:

$$V_2 = 2V_1 = 2 \times 120 = 240 \text{ volt}$$

فان قيمة التّيار (I_1) ستتضاعف وقيمة القدرة (P_1) ستصبح اربعة امثال القدرة الأَصلية (P) في هذه الحالة وكما يأتي :

لدينا العلاقة :

$$I_2 = \frac{V_2}{R}$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$\therefore I_2 = \frac{240}{8} = 30(A)$$

$$\therefore \frac{I_2}{I_1} = \frac{30}{15} = 2$$

$\therefore I_2 = 2\ I_1$ اذن تضاعفت قيمة التّيار

لدينا العلاقة : $P_2 = I_2^2\ R$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

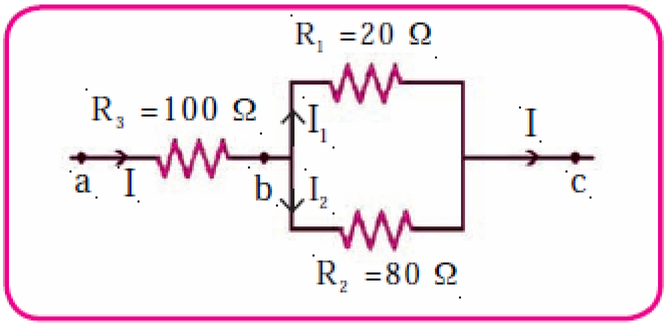
$$P_2 = (30)^2 \times 8 = 900 \times 8 = 7200\,\text{watt}$$

$$\therefore \frac{P_2}{P_1} = \frac{7200}{1800} = 4$$

$\therefore P_2 = 4\ P_1$ اذن القدرة اصبحت اربعة امثال قيمة القدرة الأصلية

السؤال الثالث / في الدائرة الكهربائية التالية . قيمة التّيار (I) تساوي (3A) .

جد :



a – فرق الجهد (V_{ab}).

b – فرق الجهد (V_{ac}).

c – التّيار المار في المقاومة R_1 .

d – التّيار المار في المقاومة R_2 .

e – القدرة الكلية المستهلكة في الدائرة .

الجواب :

a – من علاقة قانون اوم

$$R = \frac{V}{I}$$

$$\therefore V = R\ I\ ,\ \therefore V_{ab} = R_3\ I$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$V_{ab} = 100 \times 3 = 300\ (V)$$

b – نستخرج المقاومة المكافئة (R_{eq}) بين المقاومتين (R_1) و (R_2) المربوطتين على التوازي.

$$\frac{1}{R_{eq}}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}$$

$$\therefore R_{eq}=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$R_{eq}=\frac{20\times 80}{20+80}=\frac{1600}{100}=16\ \Omega$$

ان المقاومة (R_{eq}) تكون مربوطة على التوالي مع المقاومة (R_3) . وبذلك فان المقاومة الكلية (R_{ac}) بين النقطتين (a) و (c) تساوي

$$R_{ac}=R_3+R_{eq}$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$R_{ac}=100+16=116\Omega$$

$$\therefore V_{ac}=IR_{ac}=3\times 116=348(V)$$

c – نفرض ان التيّار المار في المقاومة (R_1) هو (I_1) .

$$\therefore V_{bc}=I_1R_1$$

ولإيجاد فرق الجهد (V_{bc}) لدينا العلاقة :

$$V_{ac}=V_{ab}+V_{bc}$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$348=300+V_{bc}$$

$$\therefore V_{bc}=48\ (V)$$

$$V_{bc}=I_1\ R_1$$

$$\therefore 48=I_1\times 20$$

$$\therefore I_1=2.4\ (A)$$

d – نفرض ان التّيار المار في المقاومة (R_2) هو (I_2) .

$\therefore V_{bc}=I_2R_2$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$48=I_2\times 80$

$\therefore I_2=0.6\ (A)$

ملاحظة للتاكد فان : $I=I_1+I_2$

$\therefore 3=2.4+0.6\rightarrow 3=3$

e – القدرة الكلية المستهلكة في الدائرة (P) تساوي:

$P=I^2R$

$\therefore P=I^2R_{ac}$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$p=(3)^2\times 116$

$\therefore P=9\times 116=1044\text{watt}$

السؤال الرابع / في الدائرة الكهربائية التالية . اذا كان فرق الجهد (V_{ab}) يساوي (82V) جد:

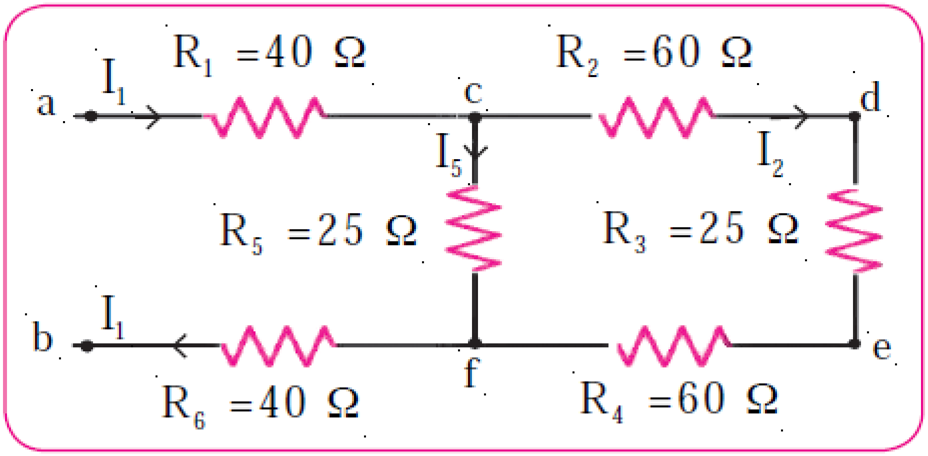
a – المقاومة المكافئة للدائرة الكهربائية .

b – قيمة التّيار الذي يمر خلال المقاومة (R_1).

c – قيمة التّيار الذي يمر خلال المقاومة (R_5).

d – قيمة التّيار الذي يمر خلال المقاومة (R_2).

e – فرق الجهد (V_{ef}) .



الشكل (a)

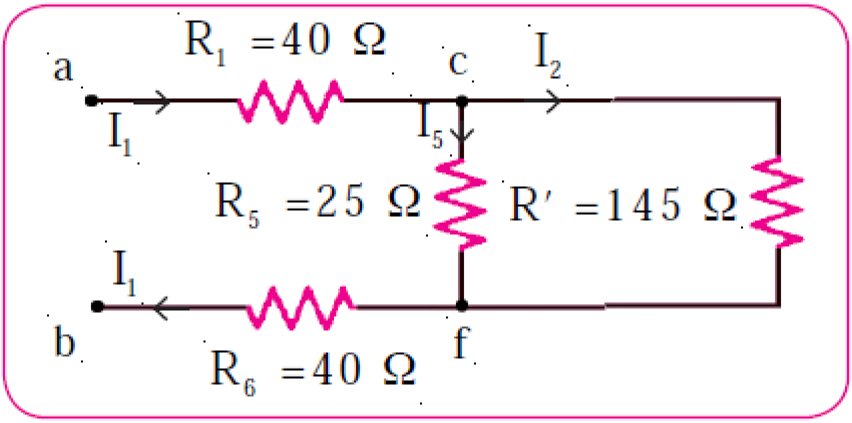
الحل/ يلاحظ من الشكل (a) ان المقاومات (R_2) و (R_3) و (R_4) مربوطة على التوالي (ثبوت قيمة التيار فيها).

$$\therefore R'=R_2+R_3+R_4$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$R'=60+25+60=145\Omega$$

وبذلك يمكن رسم الدائرة على الشكل التالي .



الشكل (b)

ويلاحظ من الشكل (b) ان المقاومتين $(R'=145\ \Omega)$ و (R_5) هما مربوطتان على التوازي (لأنهما مشتركتان بالنقطتين (cf.

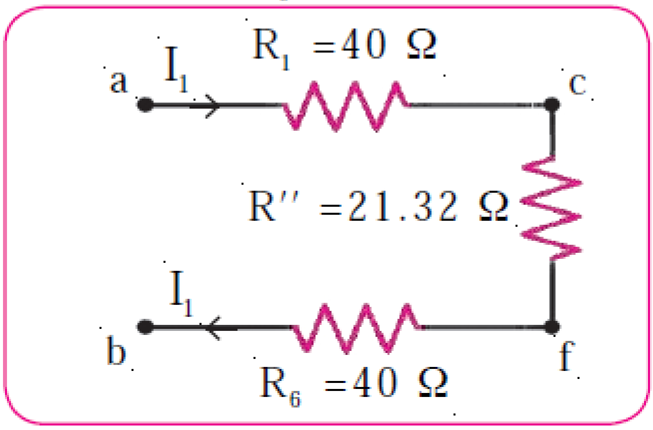
$$\therefore \frac{1}{R''}=\frac{1}{R'}+\frac{1}{R_5}$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$\therefore R''=\frac{R'\times R_5}{R'+R_5}$$

$$\therefore R''=\frac{145\times 25}{145+25}=\frac{3625}{170}=21.32(\Omega)$$

وبذلك يمكن رسم الدائرة على الشكل التالي.



الشكل (c)

ويلاحظ من هذا الشكل (c) ان المقاومات $(R''),(R_1),(R_6)$ مربوطة على التوالي (ثبوت قيمة التّيار فيها). وبذلك تكون المقاومة المكافئة للدائرة الكهربائية (R_{eq}) تساوي :

$$R_{eq} = R_1 + R'' + R_6$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على:

$$R_{eq} = 40 + 21.32 + 40 = 101.32\ \Omega$$

b – التّيار الذي يمر عبر المقاومة (R_1) هو نفسه الذي يمر عبر المقاومه (R'') و (R_6) أو (R_{eq}) ولنعدّه (I_1) كما موضح في الشكل (c) (قيمة التّيار متساوي بالمقاومات الثلاث).

$$\therefore I_1 = \frac{V_{ab}}{R_{eq}}$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$I_1 = \frac{82}{101.32} = 0.809\ A$$

c – التّيار الذي يمر عبر المقاومة (R_5) ولنعدّه (I_5) يساوي حاصل قسمة فرق الجهد (V_{cf}) على (R_5). لاحظ الشكل (B) . ولإيجاد فرق الجهد (V_{cf}) يمكننا الرجوع إلى الشكل (c) حيث ان :

$$V_{cf} = R'' \times I_1$$

وبالتعويض في العلاتقة السابقة نحصل على :

$$V_{cf} = 21.32 \times 0.809 = 17.25\ (V)$$

وبذلك نستطيع ايجاد قيمة التّيار المنساب بالمقاومة (R_5) على الشكل التالي .

لاحظ الشكل (b):

$$V_{cf} = R_5 \times I_5$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$17.25 = 25 \times I_5$$

$$\therefore I_5 = 0.69(A)$$

d – ان التّيار الذي يمر عبر المقاومة (R_2) ولنعدّه (I_2) هو نفسه الذي يمر بالمقاومة $(R' = 145\Omega)$ ومن الشكل (B) يمكن ملاحظة ان :

$$I_1 = I_5 + I_2$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$0.809 = I_2 + 0.69$$

$$I_2 = 0.809 - 0.69$$

$$\therefore I_2 = 0.119(A)$$

كما يمكن الحصول على التّيار المار بالمقاومة (R') والذي هو نفسه التّيار (I_2) المار بالمقاومة (R_2) عن طريق :

$$V_{cf} = I_2 \times R'$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$17.25 = I_2 \times 145$$

$$\therefore I_2 = 0.119(A)$$ وهو نفسه الجواب السابق

e - لايجاد فرق الجهد (V_{ef}) فان التّيار المار بالمقاومة (R_4) هو نفسه التّيار المار بالمقاومة (R') والذي هو (I_2)

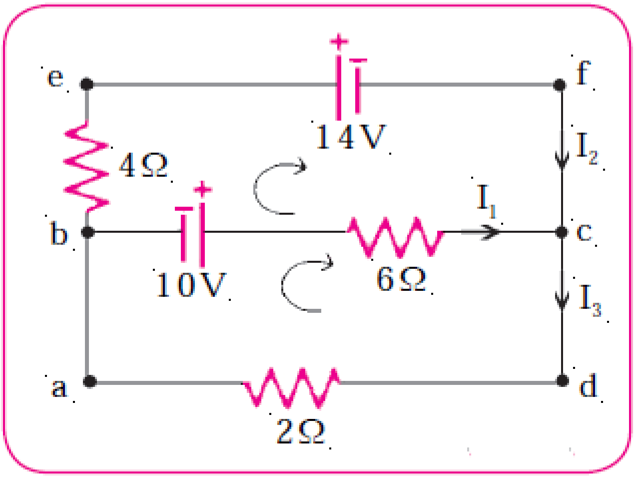
$$\therefore V_{ef} = I_2 \times R_4$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$V_{ef} = 0.119 \times 60$$

$$\therefore V_{ef} = 7.14\ (V)$$

السؤال الخامس / إحسب التّيارات (I_1, I_2, I_3) المارة في فروع الشبكة الكهربائية المبينة بالشكل المجاور اهمل المقاومة الداخلية لكل من البطاريتين .



الحل / نطبق قاعدتا كيرشهوف لحل هذا السؤال.

نستعمل قاعدة نقطة التفرع في النقطة (c):

$$\Sigma I_{in} = \Sigma I_{out}$$

$$\therefore I_1 + I_2 = I_3 \ldots\ldots(1)$$

يوجد لدينا الان ثلاثة مجاهيل (I_1, I_2, I_3) ونحتاج لذلك لعلاقتين اضافيتين آخرتين لايجاد التّيارات المجهولة نستعمل قاعدة العقدة ونختار الدائرة المغلقة (abcda).

$$\text{Potential drops} = \text{Potential rises}$$

$$\Sigma \Delta V_{drops} = \Sigma \Delta V_{rise}$$

$$6 I_1 + 2 I_3 = 10 \ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

نستعمل قاعدة العقدة ونختار الدائرة المغلقة (befcb).

$$\text{Potential drops} = \text{Potential rises}$$

$$\Sigma \Delta V_{drops} = \Sigma \Delta V_{rise}$$

$$4 I_2 + 14 + 10 = 6 I_1$$

$$\therefore 4 I_2 + 24 = 6 I_1 \ldots\ldots\ldots(3)$$

وبتعويض العلاقة (1) في العلاقة (2) نحصل على :

$$6 I_1 + 2 (I_1 + I_2) = 10$$

وبترتيب العلاقة السابقة نحصل على :

$$10 = 8I_1 + 2I_2......(4)$$

ومن العلاقة (3) يمكن الحصول على العلاقة (5) وذلك بقسمة طرفي العلاقة (3) على (الرقم 2).

$$2I_2 + 12 = 3I_1$$

$$12 = 3I_1 - 2I_2 ....(5)$$

وبجمع العلاقة (5) والعلاقة (4) نحصل على :

$$10 = 8I_1 + 2I_2......(4)$$

$$12 = 3I_1 - 2I_2 ....(5)$$

$$22 = 11\ I_1$$

$$\therefore I_1 = \frac{22}{11} = 2\ (A)$$

وبتعويض قيمة (I_1) في العلاقة (4) نحصل على :

$$10=8\times 2+2I_2$$

$$\therefore I_2=-3(A)$$

وبتعويض قيمتي (I_1) و (I_2) في العلاقة (1) نحصل على :

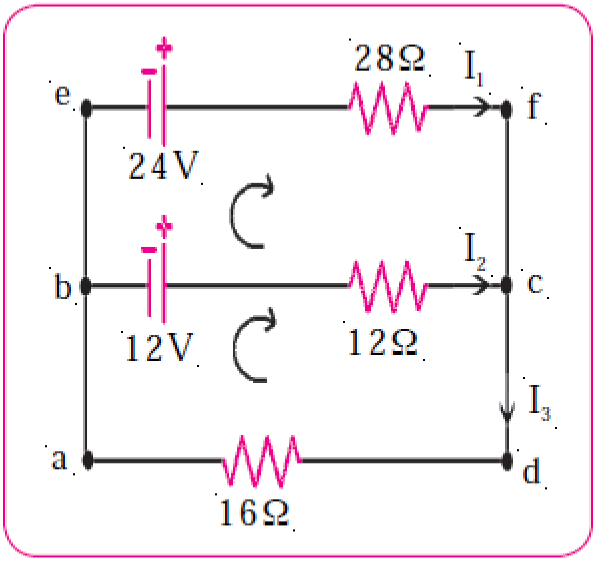
$$I_3 = I_1 + I_2 ....(1)$$

$$I_3=2-3$$

$$\therefore I_3=-1(A)$$

ان حقيقة كون (I_2) و (I_3) كلاهما سالب . توضح ان التّيارين هما في عكس الاتجاه الذي افترض لهما بينما القيم لهذين التّيارين هي صحيحة .

السؤال السادس / إحسب التّيارات (I_1, I_2, I_3) المارة في فروع الشبكة الكهربائية المبينة بالشكل . اهمل المقاومة الداخلية لكل من البطاريتين .



الجواب / نطبق قاعدتي كيرشهوف لحل هذا السؤال نستعمل قاعدة نقطة التفرع في النقطة (c) :

$$\Sigma I_{in} = \Sigma I_{out}$$

$$\therefore I_1 + I_2 = I_3 \ldots\ldots(1)$$

يوجد لدينا الان ثلاثة مجاهيل (I_1, I_2, I_3) ونحتاج لذلك لعلاقتين اضافيتين فقط لحساب التّيارات المجهولة .

نستعمل قاعدة العقد ونختار الدائرة المغلقة (abcda).

$$\text{Potential drops} = \text{Potential rises}$$

$$\Sigma \Delta V_{drops} = \Sigma \Delta V_{rise}$$

$$12I_2 + 16I_3 = 12$$

$$(\Sigma \Delta V)_{clos\ loop} = 0$$

$$\therefore 3 - 3I_2 - 4I_3 = 0 \ldots\ldots(2)$$ (بقسمة طرفي العلاقة على اربعة)

نستعمل قاعدة العقدة ونختار الدائرة المغلقة (befcb).

$$\text{Potential drops} = \text{Potential rises}$$

$$\Sigma \Delta V_{drops} = \Sigma \Delta V_{rise}$$

$$28\ I_1 + 12 = 24 + 12\ I_2$$

$$(\Sigma\Delta V)_{clos\ loop} = 0$$

$$12 - 28\ I_1 + 12\ I_2 - 12 = 0$$

$$12 \times I_2 - 12 + 24 - 28 \times I_1 = 0$$

$$\therefore 12\ I_2 + 12 - 28\ I_1 = 0$$

$$\therefore 3\ I_2 + 3 - 7\ I_1 = 0......(3)$$ (بقسمة طرفي العلاقة على اربعة)

وبتعويض العلاقة (1) في العلاقة (2) نحصل على :

$$3-3\ I_2 - 4(I_1 + I_2) = 0$$

$$3-3\ I_2 - 4\ I_1 - 4\ I_2 = 0$$

$$\therefore 3 - 7\ I_2 - 4\ I_1 = 0......(4)$$

وعند ضرب طرفي العلاقة (3) بـ(7) وضرب طرفي العلاقة (4) بـ(3) نحصل على:

$$21 + 21\ I_2 - 49\ I_1 = 0......(5)$$

$$9 - 21\ I_2 - 12\ I_1 = 0......(6)$$

وعند جمع العلاقتين (5) و(6) نحصل على :

$$30 - 61\ I_1 = 0$$

$$\therefore I_1 = \frac{30}{61} = 0.492\ (A)$$

وبتعويض قيمة (I_1) في العلاقة (4) نحصل على :

$$3 - 7\ I_2 - 4 \times 0.492 = 0$$

$$3 - 7\ I_2 - 1.968 = 0$$

$$\therefore 7\ I_2 = 1.032$$

$$\therefore I_2 = \frac{1.032}{7} = 0.147\ (A)$$

وبتعويض قيمتي (I_1) و (I_2) في العلاقة (1) نحصل على :

$$I_3 = 0.492 + 0.147$$
$$\therefore I_3 = 0.639\ (A)$$

السؤال السابع / دائرة كهربائية تحتوي على بطارية ومقاومه (R) لاحظ الشكل المجاور فاذا كانت قيمة المقاومة تساوي $(1\,\Omega)$ كان التيار (I) المار في الدائرة يساوي (3A) وعندما تغيرة قيمة المقاومة الى $(2\,\Omega)$ اصبح التيار المار في الدائرة (I) يساوي (2A) جد :

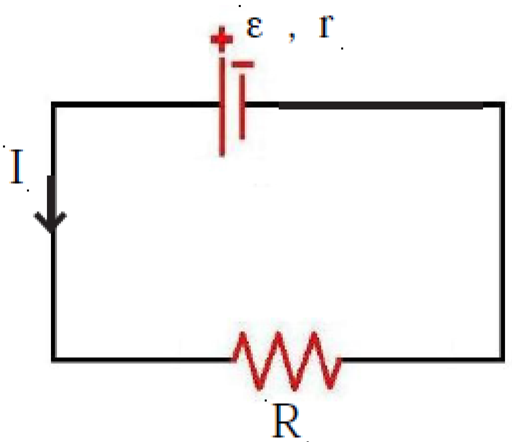
1 – قيمة القوة الدافعة الكهربائية (ε) للبطارية .

2 – المقاومة الداخلية للبطارية (r) .

الجواب /

القوة الدافعة الكهربائية (ε) = فرق الجهد على طرفي البطارية (ΔV) + التيار (I) × المقاومة الداخلية (r)

$$\therefore \varepsilon = \Delta V + Ir$$
$$\therefore \varepsilon = IR + Ir$$
$$\therefore I = \frac{\varepsilon}{R + r} \ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$



عندما تكون قيمة المقاومة (1Ω) فان التيار المار في الدائرة يساوي $(3A)$ وعند تعويض هذه القيمة في العلاقة (1) نحصل على :

$$\therefore 3 = \frac{\varepsilon}{1 + r} \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

وعندما تكون قيمة المقاومة (2Ω) فان التيار المار في الدائرة يساوي $(2A)$ وعند تعويض هذه القيمة في العلاقة (1) نحصل على :

$$\therefore 2 = \frac{\varepsilon}{2 + r} \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

بقسمة العلاقة (2) على العلاقة (3) نحصل على :

$$\frac{3}{2} = \frac{\frac{\varepsilon}{1 + r}}{\frac{\varepsilon}{2 + r}}$$

$$\therefore \frac{3}{2} = \frac{\varepsilon}{1 + r} \times \frac{2 + r}{\varepsilon}$$

$\therefore r = 1\Omega$ وهي قيمة المقاومة الداخلية للبطارية

وبتعويض قيمة (r) في العلاقة (2) نحصل على :

$$3 = \frac{\varepsilon}{1 + 1}$$

$\therefore \varepsilon = 6V$ وهي قيمة القوة الدافعة الكهربائية للبطارية

الفصل العاشر(المغناطيسية)

السؤال الأول / وضع ملف مستطيل الشكل ابعاده $(5.4cm \times 8.5cm)$ بصورة موازية لمجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه مقدارها $(0.35T)$ فإذا كان الملف يتكون من (25) لفة ويحمل تياراً قدره $(15mA)$. إحسب مقدار :

a – عزم ثنائي القطب المغناطيسي .

b – العزم المؤثر من قبل المجال على الملف .

الجواب :

a – لدينا العلاقة عزم ثنائي القطب المغناطيسي (μ) :

$$\mu = NIA$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$\mu = 25 \times (15 \times 10^{-3}) \times (5.4 \times 10^{-2} \times 8.5 \times 10^{-2})$$

$$\therefore \mu = 1.721 \times 10^{-3} (A.m^2)$$

b – في هذه الحالة فان :

$$\theta = 90^o$$

$$\therefore \sin\theta = \sin 90^o = 1$$

اذن علاقة العزم المؤثر من قبل المجال على الملف تصبح :

$$\tau = NIAB$$

$$\therefore \tau = 25 \times (15 \times 10^{-3}) \times (5.4 \times 10^{-2} \times 8.5 \times 10^{-2}) \times 0.35$$

$$\therefore \tau = 6.024 \times 10^{-4} \ (N.m)$$

كما نستطيع ايجاد العزم المؤثر في حالة $\theta = 90^o$ من العلاقة :

$$\tau = \mu\beta$$

$$\tau = 1.721 \times 10^{-3} \times 0.35 = 6.024 \times 10^{-4} \ (N.m)$$

السؤال الثاني / ديوترون يتحرك في مسار دائري نصف قطره $(40cm)$ في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه مقدارها $(1.5T)$ جد:

a – مقدار سرعة الديوترون.　　　b – زمن نصف دورة .

يُعدّ ان كتلة الديوترون تساوي $(3.34\times10^{-27}\ kg)$ وشحنته الموجبة تساوي $(+\ 1.6\ \times10^{-19}\ C)$.

الجواب : a) لدينا العلاقة :

$$r = \frac{m\,\upsilon}{q\,B}$$

$$\therefore \upsilon = \frac{q\,B\,r}{m}$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$\upsilon = \frac{1.6\times10^{-19}\times1.5\times0.4}{3.34\times10^{-27}}$$

$$\upsilon = 2.874\times10^{7}\ (m/s)$$

b) المسافة المقطوعة في دورة واحدة تساوي محيط الدائرة التي نصف قطرها (r=40cm) اي $(2\pi\ r)$ ولذلك فان نصف دورة تساوي نصف محيط الدائرة اي $(\pi\ r)$ لذلك فان زمن نصف دورة (t) يساوي :

$$t = \frac{\pi\ r}{\upsilon}$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$t = \frac{3.14\times0.4}{2.874\times10^{7}} = 4.37\times10^{-8}\ (s)$$

طريقة أُخرى لايجاد الزّمن t نصف دورة.

$$t = \frac{2\ \pi\ r}{\upsilon}$$

$$t = \frac{2\ \times\ 3.14\ \times\ 0.4}{2.874\ \times\ 10^{7}} = 8.74\ \times\ 10^{-8}\ s$$

المطلوب نصف الزّمن

$$\frac{8.74\ \times\ 10^{-8}\ s}{2} = 4.37\ \times\ 10^{-8}\ s$$

السؤال الثالث / بروتون يتحرك بسرعة مقدارها $(10^5\ m/s)$ صادف مجالاً مغناطيسياً كثافة فيضه تساوي $(55 \times 10^{-6} T)$ وإتجاهه يصنع زاوية $(\theta = 90^{\circ})$ مع متجه سرعة البروتون . جد مقدار :

a – القوة المغناطيسية المؤثرة في البروتون .

b – وزن البروتون .

c – قارن بين القوة المغناطيسية المؤثرة في البروتون و وزن البروتون .

يُعدّ ان كتلة البروتون تساوي $(1.67 \times 10^{-27}\ kg)$ وان شحنة البروتون (موجبة) تساوي $(+\ 1.6\ \times 10^{-19}\ C)$ وان التعجيل الأرضي يساوي $(9.8\ m/s^2)$

الجواب:

a) لدينا العلاقة :

$$F = q\upsilon B \sin\theta$$

بما ان $(\theta = 90^{\circ})$

$$\therefore \sin\theta = \sin 90^{\circ} = 1$$

$$\therefore F = q\upsilon B$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$F = (1.6 \times 10^{-19}) \times (10^5) \times (55 \times 10^{-6})$$

$$\therefore F = 8.8 \times 10^{-19}\ (N)$$

b) لدينا العلاقة :

$$w = m\ g$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$w = 1.67 \times 10^{-27} \times 9.8$$

$$\therefore w = 16.366 \times 10^{-27}\ (N)$$

c)

$$\frac{F}{w} = \frac{8.8 \times 10^{-19}}{16.366 \times 10^{-27}} = 5.377 \times 10^{7}$$

نلاحظ ان القوة المغناطيسية المؤثرة على البروتون هي أكبر بـ (5.377×10^{7}) مرّة قدر وزن البروتون.

السؤال الرابع / إحسب مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة على جسيم شحنته تساوي $(+6.5\times10^{-6}C)$ متحرك بصورة موازية لسلك طويل على بعد (0.05m) وبسرعة مقدارها (280m/s) فإذا علمت بان السلك يحمل تياراً قدره (3A) وان إتجاه المجال المغناطيسي الذي يولده التّيار المار في السلك هو عمودي على إتجاه سرعة الجسيم

الجواب:

لدينا العلاقة :

$$F = q\upsilon B\ \sin\theta ....(1)$$

بما ان الزاوية (θ) تساوي (90°) حسب منطوق السؤال.

$$\therefore \sin\theta = \sin 90^{\circ} = 1$$

وبالتعويض في العلاقة (1) نحصل على :

$$F = q\upsilon B........(2)$$

لدينا العلاقة :

$$B = \frac{\mu_{\circ}\ I}{2\pi\ r}........(3)$$

وبتعويض العلاقة (3) في العلاقة (2) نحصل على :

$$F = q\upsilon\ (\frac{\mu_{\circ}\ I}{2\pi\ r})$$

$$\mu_{\circ} = 2\ \pi\ \times\ 10^{7}$$

وبتعويض القيم في العلاقة السابقة نحصل على :

$$F = 6.5\times10^{-6}\times280\times\frac{4\pi\times10^{-7}\times3}{2\pi\times0.05}$$

$$\therefore F = 2.184\times10^{-8}\ (N)$$

